Atena
Editora
Ano 2021



3

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Atena
Editora
Ano 2021



3

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes editoriais
Natalia Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os autores



Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Atena
Editora
Ano 2021

Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Alimentos, nutrição e saúde 3

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A411 Alimentos, nutrição e saúde 3 / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-407-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.075211308

1. Nutrição. 2. Saúde. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 613

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

Atena
Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DA EDITORA

Atena Editora
Ano 2021

APRESENTAÇÃO

A presente obra ‘’Alimentos, Nutrição e Saúde’’ publicada no formato *e-book*, traduz o olhar multidisciplinar e intersetorial da Alimentação e Nutrição. Os volumes abordarão de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que transitam nos diversos caminhos da Nutrição e Saúde. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país em quatro volumes. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à avaliação antropométrica da população brasileira; padrões alimentares; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos e preparações, determinação e caracterização de alimentos e de compostos bioativos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos nestes volumes com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentação, Nutrição, Saúde e seus aspectos. A Nutrição é uma ciência relativamente nova, mas a dimensão de sua importância se traduz na amplitude de áreas com as quais dialoga. Portanto, possuir um material cientifico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra "Alimentos, Nutrição e Saúde’’ se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, seja ele um profissional, acadêmico ou apenas um interessado pelo campo das ciências da nutrição, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

BIOATIVIDADE DO FITATO DIETÉTICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/08/2021

Dayane de Melo Barros
Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente – Centro Acadêmico de Vitória
Universidade Federal de Pernambuco
CAV/UFPE – Pernambuco

Hélen Maria Lima da Silva
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Pernambuco

Danielle Feijó de Moura
Doutora em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Tamiris Alves Rocha
Doutora em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Silvio Assis de Oliveira Ferreira
Mestre em Bioquímica e Fisiologia – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Andreza Roberta de França Leite
Bacharel em Nutrição – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Michelle Figueiredo Carvalho
Professora Doutora do Departamento de Nutrição – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira
Doutor em Botânica – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Pernambuco

Diego Ricardo da Silva Leite
Mestre em Engenharia Biomédica – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Talismania da Silva Lira Barbosa
Estudante de Graduação em Biomedicina – Instituição: Associação Caruaruense de Ensino Superior – Pernambuco

Cleidiane Clemente de Melo
Estudante de Graduação em Biomedicina – Instituição: Associação Caruaruense de Ensino Superior – Pernambuco

Juliane Suelen Silva dos Santos
Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Maurilia Palmeira da Costa
Doutora em Bioquímica e Fisiologia – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Marcelino Alberto Diniz
Bacharel em Farmácia – Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

Roberta de Albuquerque Bento da Fonte
Professora Doutora do Departamento de Nutrição – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco – Pernambuco

RESUMO: O fitato é considerado uma substância orgânica de ocorrência natural em plantas, que utilizam essa substância para armazenar fósforo durante o amadurecimento das sementes. É encontrado principalmente em leguminosas e grãos. Devido a sua estrutura química altamente reativa o fitato, forma complexos insolúveis com nutrientes dietéticos, o que consequentemente interfere na biodisponibilidade de nutrientes. Com a elaboração e/ou aprimoramento de técnicas analíticas, muitos estudos tem indicado os potencias efeitos protetores do fitato para a saúde humana. Desse modo, o objetivo do estudo foi realizar uma revisão integrativa identificando evidências disponíveis na literatura acerca da bioatividade do fitato dietético. Para tanto, foi realizada uma busca de artigos científicos nas bases de dados MEDLINE, LILACS e ScienceDirect, utilizando os descritores: ácido fítico, fitato, absorção, disponibilidade e nutrição além dos operadores booleanos "AND" e "OR". Como critérios de inclusão foram considerados, artigos científicos completos, comunicações curtas e relatos de casos nos idiomas português, espanhol e inglês, com dimensão temporal entre 2003 e 2013. Após a localização e refinamento dos artigos, foram quantificados 53 estudos e verificou-se que a maioria se referia aos efeitos benéficos do fitato para a saúde humana, contudo, também demonstrou a necessidade de pesquisas adicionais com modelo humano.
PALAVRAS-CHAVE: Ácido fítico, biodisponibilidade, nutrientes, plantas, saúde humana.

ABSTRACT: Phytate is considered an organic substance naturally occurring in plants, which use this substance to store phosphorus during seed ripening. It is mainly found in pulses and grains. Due to its highly reactive chemical structure, phytate forms insoluble complexes with dietary nutrients, which consequently interferes with the bioavailability of nutrients. With the development and/or improvement of analytical techniques, many studies have indicated the potential protective effects of phytate for human health. Thus, the aim of the study was to carry out an integrative review identifying evidence available in the literature about the bioactivity of dietary phytate. Therefore, a search for scientific articles was performed in the MEDLINE, LILACS and ScienceDirect databases, using the descriptors: phytic acid, phytate, absorption, availability and nutrition, in addition to the boolean operators "AND" and "OR". As inclusion criteria, full scientific articles, short communications and case reports in portuguese, spanish and english were considered, with a temporal dimension between 2003 and 2013. After locating and refining the articles, 53 studies were quantified and it was found that most referred to the beneficial effects of phytate on human health, however, it also demonstrated the need for additional research with a human model.
KEYWORDS: Phytic acid, bioavailability, nutrients, plants, human health.

INTRODUÇÃO

O fitato é um composto orgânico oriundo de sementes e grãos de cereais e recebe esta denominação quando se apresenta ligado a minerais ou outras substâncias sendo que, em sua forma não ligada a outros constituintes é definido como ácido fítico. Durante o desenvolvimento das plantas, o fitato desempenha importantes funções fisiológicas, tais como, armazenamento de fósforo e cátions, os quais fornecem a matéria-prima para a formação das paredes celulares, após o processo de germinação da semente (SELLE; RAVINDRAN, 2007; STECH; CARNEIRO; CARVALHO, 2010; SATO et al., 2014).

O fitato é um ânion altamente reativo o que lhe confere um elevado potencial para se complexar com moléculas catiônicas (Zn^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mg^{+2} e Ca^{+2}), proteínas, carboidratos e lipídeos influenciando na redução da biodisponibilidade destes nutrientes. Desse modo, a formação de complexos fitato-nutriente apresenta grande importância nutricional, uma vez que, os nutrientes complexados podem não ser absorvidos de forma adequada, fazendo com que o fitato seja considerado um elemento antinutricional (RICKARD; THOMPSON, 1997; RAVINDRAN et al., 1999; COWIESON; ACAMOVIC; BEDFORD, 2006; JOVANI et al., 2000).

No entanto, os efeitos do fitato sobre a biodisponibilidade de nutrientes dependem de vários fatores inclusive da presença da enzima fitase. Sabe-se que os seres humanos apresentam uma baixa atividade de fitase intestinal, mas foi verificado que o consumo de probióticos como Lactobacillus contribuem para a síntese da fitase, pois, indivíduos que apresentam uma flora intestinal saudável, terão uma melhor aceitação dos alimentos fontes de fitato (FAMULARO et al., 2005).

Além disso, com o desenvolvimento tecnológico e otimização de processos analíticos, aspectos benéficos do fitato têm sido referenciados. Dentre as diferentes propriedades do fitato incluem-se: prevenção de doenças cardiovasculares, prevenção de cálculos renais, tratamento de diabetes mellitus, tratamento e prevenção do risco de câncer, prevenção de cárie dentaria, entre outros (GRASES et al., 1996; PLAAMI, 1997; MIDORIKAWA et al., 2001; GREINER; KONIETZNY, 2007; KUPPUSAMY et al., 2011). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão integrativa identificando evidências disponíveis na literatura acerca da bioatividade do fitato dietético na saúde humana.

METODOLOGIA

A revisão integrativa de literatura foi escolhida, pois, esta modalidade permite reunir, avaliar e sintetizar o conhecimento produzido, decorrente de diversas abordagens metodológicas, não havendo a necessidade de qualquer análise estatística. Ao final da revisão foi possível observar o conhecimento atualizado do tema abordado e a identificação de lacunas que remetem ao desenvolvimento futuro de novos estudos. Com base na literatura, para a elaboração de uma revisão integrativa, o revisor deve estar atento a características relevantes sobre a abordagem do tema e etapas a serem seguidas, conforme apresentadas a seguir:

Identificação do tema e elaboração da pergunta de pesquisa

Para a formulação da pergunta de pesquisa, bem como para a definição dos descritores aplicados na busca dos artigos científicos utilizou-se a estratégia de PICO (Quadro 1).

Acrônimo	Definição	Descrição
P	Pacientes ou problema	Atividades funcionais do fitato na saúde humana.
I	Intervenção	Busca de artigos científicos descrevendo a aplicabilidade do fitato sobre a saúde humana.
C	Controle ou comparação	Comparação do uso e efeito do fitato dietético na saúde humana.
O	Desfecho	Análise comparativa entre os resultados obtidos a partir do uso fitato dietético x ação na saúde humana.

Quadro 1. Descritores da estratégia PICO, empregada para a elaboração da pergunta de pesquisa

Estratégia de busca na literatura e amostragem

Após a definição da pergunta, foram delineadas as estratégias de busca na literatura e selecionadas as bases de dados (MEDLINE, LILACS e ScienceDirect), os operadores booleanos (operadores lógicos) “AND” e “OR” e identificados os descritores. Os critérios de inclusão dos estudos primários delimitados para a revisão foram: artigos científicos completos, comunicações curtas (short communications) e relatos de casos em português, espanhol e inglês, publicados entre os períodos de 2003 a 2013. Foram excluídas as publicações que não se enquadraram no nível de critérios estabelecidos e que não atendessem ao objetivo do estudo.

Base de dados	Descritores em português	Descritores em inglês	Descritores em espanhol
MEDLINE LILACS ScienceDirect	Fitato Ácido Fítico Absorção Disponibilidade Nutrição	Phytate Phytic acid Absorption Availability Nutrition	El fitato El ácido fítico Absorción Disponibilidad Nutrición

Quadro 2. Bases de dados e descritores utilizados para a pesquisa.

Definição das informações que foram extraídas dos estudos selecionados

Nessa etapa foram utilizados instrumentos consolidados com a finalidade de reunir, organizar e sumarizar as informações de modo conciso, construindo bancos de dados de fácil acesso e manejo.

Avaliação dos estudos primários incluídos na revisão

Os dados obtidos em cada publicação foram analisados de acordo com o objetivo da pesquisa.

Análise e síntese dos resultados da revisão integrativa

De forma imparcial, os resultados das publicações selecionadas nas bases de dados foram confrontados.

Apresentação da revisão integrativa

Os principais resultados evidenciados da análise das publicações selecionadas serão apresentados adiante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a localização e refinamento dos artigos foram utilizados os cruzamentos dos descritores estabelecidos: fitato, ácido fítico, absorção, disponibilidade e nutrição. As Tabelas 1, 2 e 3 demonstram os resultados dos cruzamentos obtidos, considerados por Banco de Dado consultado.

Descritores por cruzamento	**Estudos localizados**	**Selecionados**
Ácido fítico or fitato	2.539	187
Phytic acid or phytate	2.958	187
Ácido fítico or fitato and absorção	___	___
Phytic acid or phytate and absorption	300	31
El ácido fítico or fitato and absorción	___	___
Ácido fitico or fitato and absorção or disponibilidade	___	___
Phytic acid or phytate and absorption or availability	234	2
El ácido fítico or fitato and la absorción or disponibilidad	___	___
Ácido fitico or fitato and absorção or disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption or availability and nutrition	44	9
El ácido fítico or fitato and la absorción or disponibilidad and la nutrición	___	___
Ácido fitico or fitado and absorção and disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption and availability and nutrition	28	4
El ácido fítico or fitato and la absorción and disponibilidad and la nutrición	___	___
Total	6.103	420

Tabela 1. Cruzamentos com os descritores propostos, na base de dados MEDLINE

Descritores por cruzamento	Estudos localizados	Selecionados
Ácido fítico or fitato	64	7
Phytic acid or phytate	62	7
Ácido fitico or fitato and absorção	3	1
Phytic acid or phytate and absorption	1	___
El ácido fítico or fitato and absorción	___	___
Ácido fítico or fitato and absorção or disponibilidade	9	2
Phytic acid or phytate and absorption or availability	15	1
El ácido fítico o fitato and la absorción or disponibilidad	1	1
Ácido fítico or fitato and absorção or disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption or availability and nutrition	2	___
El ácido fítico or fitato and la absorción or disponibilidad and la nutrición	___	___
Ácido fitico or fitado and absorção and disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption and availability and nutrition	___	___
El ácido fítico or fitato and la absorción and disponibilidad and la nutrición	___	___
Total	157	19

Tabela 2. Cruzamentos com descritores propostos, na base de dados LILACS

Descritores por cruzamento	Estudos localizados	Selecionados
Ácido fítico or fitato	33	25
Phytic acid or phytate	6.418	128
Ácido fítico or fitato and absorção	1	___
Phytic acid or phytate and absorption	3.310	72
El ácido fítico or fitato and absorción	9	7
Ácido fítico or fitato and absorção or disponibilidade	1	___
Phytic acid or phytate and absorption or availability	4.101	87
El ácido fítico o fitato and la absorción or disponibilidad	1	1
Ácido fítico or fitato and absorção or disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption or availability and nutrition	2.837	73
El ácido fítico or fitato and la absorción or disponibilidad and la nutrición	5	4
Ácido fitico or fitado and absorção and disponibilidade and nutrição	___	___
Phytic acid or phytate and absorption and availability and nutrition	1.483	42

El ácido fítico or fitato and la absorción and disponibilidad and la nutrición	1	1
Total	18.200	440

Tabela 3. Cruzamentos com descritores propostos, na base de dados ScienceDirect

Ao término da fase de seleção dos artigos procedeu-se à identificação e exclusão dos artigos repetidos na mesma base de dados. O mesmo procedimento foi realizado entre as três bases de dados: MEDLINE, LILACS e ScienceDirect (Figura 1).

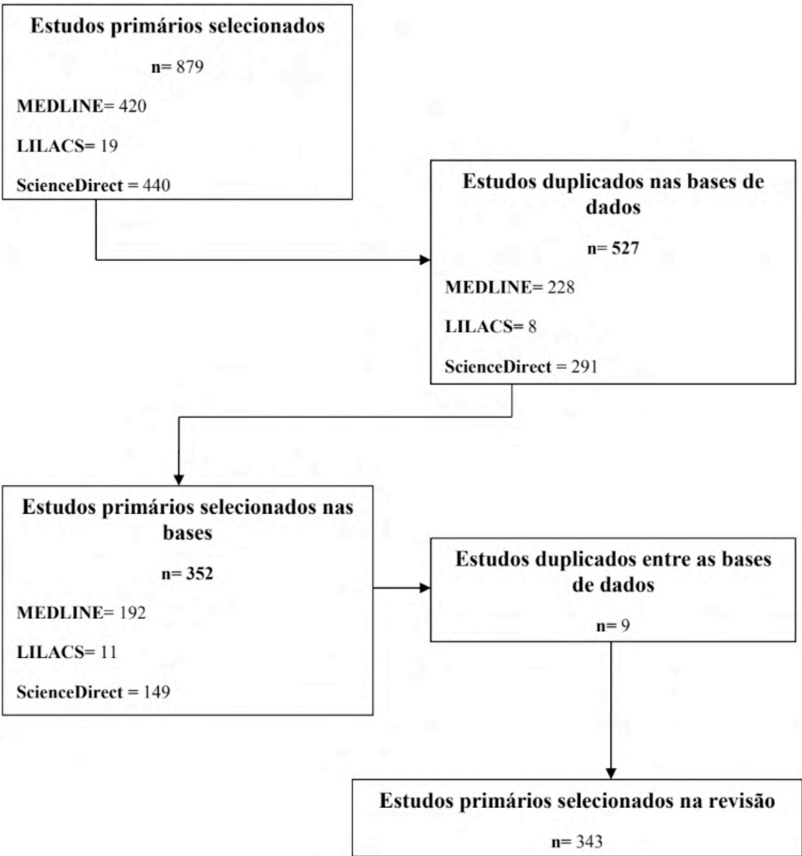


Figura 1. Fluxograma duplicidade dos artigos e seleção dos artigos

Os 343 artigos resultantes da etapa da seleção anterior foram submetidos à leitura e análise de título e resumo. Destes, apenas, 53 artigos versavam sobre a questão em estudo (Quando 3).

Nº	Título	Ano	Idioma	Periódico
01	Fitatos na alimentação humana: uma visão abrangente / Phytates on human nutrition	2003	Português	LILACS
02	The effect of phytic acid on the levels of blood glucose and some enzymes of carbohydrate and lipid metabolism	2005	Inglês	LILACS
03	Modulation of transforming growth factor beta2 (TGF-beta2) by inositol hexaphosphate in colon carcinogenesis in rats	2006	Inglês	LILACS
04	Study of superoxide dismutase's expression in the colon produced by azoxymethane and inositol hexaphosfate's paper, in mice	2006	Inglês	LILACS
05	Apoptotic effects of inositol hexaphosphate on biomarker Itpr3 in induced colon rat carcinogenesis	2008	Inglês	LILACS
06	Effects of dietary phytic acid on serum and hepatic lipid levels in diabetic KK mice	2005	Inglês	SCIENCE DIRECT
07	Dietary phytic acid lowers the blood glucose level in diabetic KK mice	2006	Inglês	SCIENCE DIRECT
08	Combination of green tea, phytic acid, and inositol reduced the incidence of azoxymethane-induced colon tumors in Fisher 344 male rats	2006	Inglês	SCIENCE DIRECT
09	Dietary phytic acid improves serum and hepatic lipid levels in aged ICR mice fed a high-cholesterol diet	2007	Inglês	SCIENCE DIRECT
10	Anticarcinogenic efficacy of phytic acid extracted from rice bran on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats	2010	Inglês	SCIENCE DIRECT
11	Influencia del consumo de fitato sobre la masa ósea en mujeres posmenopáusicas de Mallorca	2011	Espanhol	SCIENCE DIRECT
12	Chemopreventive efficacy of inositol hexaphosphate against prostate tumor growth and progression in TRAMP mice	2008	Inglês	MEDLINE
13	Enhanced killing of androgen-independent prostate cancer cells using inositol hexakisphosphate in combination with proteasome inhibitors	2008	Inglês	MEDLINE
14	Phytate (myo-inositol hexaphosphate) and risk factors for osteoporosis.	2008	Inglês	MEDLINE
15	Dietary inositol hexakisphosphate, but not myo-inositol, clearly improves hypercholesterolemia in rats fed casein-type amino acid mixtures and 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane	2008	Inglês	MEDLINE
16	Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding	2008	Inglês	MEDLINE
17	Neuroprotective effect of the natural iron chelator, phytic acid in a cell culture model of Parkinson's disease	2008	Inglês	MEDLINE
18	Effect of inositol hexaphosphate on the development of UVB-induced skin tumors in SKH1 hairless mice.	2009	Inglês	MEDLINE
19	Relationships between faecal phytate and mineral excretion depend on dietary phytate and age	2009	Inglês	MEDLINE
20	Anticalculus effect of a triclosan mouthwash containing phytate: a double-blind, randomized, three-period crossover trial	2009	Inglês	MEDLINE

21	p21/Cip1 and p27/Kip1 Are essential molecular targets of inositol hexaphosphate for its antitumor efficacy against prostate cancer	2009	Inglês	MEDLINE
22	Inositol hexaphosphate suppresses growth and induces apoptosis in prostate carcinoma cells in culture and nude mouse xenograft: PI3K-Akt pathway as potential target	2009	Inglês	MEDLINE
23	Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis	2009	Inglês	MEDLINE
24	Effects of pterostilbene on melanoma alone and in synergy with inositol hexaphosphate	2009	Inglês	MEDLINE
25	Dietary calcium does not exacerbate phytate inhibition of zinc absorption by women from conventional diets	2009	Inglês	MEDLINE
26	Difference of sentinel lymph node identification between tin colloid and phytate in patients with non-small cell lung cancer.	2009	Inglês	MEDLINE
27	Novel irinotecan-loaded liposome using phytic acid with high therapeutic efficacy for colon tumors	2009	Inglês	MEDLINE
28	Inositol hexaphosphate downregulates both constitutive and ligand-induced mitogenic and cell survival signaling, and causes caspase-mediated apoptotic death of human prostate carcinoma PC-3 cells	2010	Inglês	MEDLINE
29	Dietary fibre and phytate--a balancing act: results from three time points in a British birth cohort	2010	Inglês	MEDLINE
30	Molecular level interaction of the human acidic fibroblast growth factor with the antiangiogenic agent, inositol hexaphosphate	2010	Inglês	MEDLINE
31	Sentinel lymph node identification with radiopharmaceuticals in patients with breast cancer: a comparison of 99mTc-tin colloid and 99mTc-phytate efficiency	2010	Inglês	MEDLINE
32	Sentinel node detection with (99m)Tc phytate alone is satisfactory for cervical cancer patients undergoing radical hysterectomy and pelvic lymphadenectomy	2010	Inglês	MEDLINE
33	Efficacy of IP6 + inositol in the treatment of breast cancer patients receiving chemotherapy: prospective, randomized, pilot clinical study	2010	Inglês	MEDLINE
34	Minimum handling method for the analysis of phosphorous inhibitors of urolithiasis (pyrophosphate and phytic acid) in urine by SPE-ICP techniques	2010	Inglês	MEDLINE
35	Inositol hexaphosphate-loaded red blood cells prevent in vitro sickling.	2010	Inglês	MEDLINE
36	Phytate hydrolysate induces circumferential F-actin ring formation at cell-cell contacts by a Rho-associated kinase-dependent mechanism in colorectal cancer HT-29 cells	2010	Inglês	MEDLINE
37	A novel mechanism underlying phytate-mediated biological action-phytate hydrolysates induce intracellular calcium signaling by a GÎ±q protein-coupled receptor and phospholipase C-dependent mechanism in colorectal cancer cells	2010	Inglês	MEDLINE
38	Inositol hexakisphosphate inhibits mineralization of MC3T3-E1 osteoblast cultures	2010	Inglês	MEDLINE

39	Effect of tetracalcium dimagnesium phytate on bone characteristics in ovariectomized rats	2010	Inglês	MEDLINE
40	Pharmacokinetics and tissue distribution of inositol hexaphosphate in C.B17 SCID mice bearing human breast cancer xenografts	2011	Inglês	MEDLINE
41	In vitro (Î±-glucosidase and Î±-amylase inhibition) 156 and in vivo antidiabetic property of phytic acid (IP6) in streptozotocin- nicotinamide-induced type 2 diabetes mellitus (NIDDM) in rats	2011	Inglês	MEDLINE
42	Protective effect of inositol hexaphosphate against UVB damage in HaCaT cells and skin carcinogenesis in SKH1 hairless mice	2011	Inglês	MEDLINE
43	Phytic acid as a potential treatment for alzheimer's pathology: evidence from animal and in vitro models.	2011	Inglês	MEDLINE
44	Epigenetics, an early event in the modulation of gene expression by inositol hexaphosphate in ethylnitrosourea exposed mouse lungs	2011	Inglês	MEDLINE
45	Green tea, phytic acid, and inositol in combination reduced the incidence of azoxymethane-induced colon tumors in Fisher 344 male rats	2011	Inglês	MEDLINE
46	The effect of inositol hexaphosphate on the expression of selected metalloproteinases and their tissue inhibitors in IL-1ß-stimulated colon cancer cells.	2012	Inglês	MEDLINE
47	Efficacy of homologous inositol hexaphosphate-loaded red blood cells in sickle transgenic mice.	2012	Inglês	MEDLINE
48	Inhibitors of oxalocalcic lithiasis: effects of their interactions on calcium oxalate crystallization.	2012	Inglês	MEDLINE
49	Inositol hexakisphosphate inhibits osteoclastogenesis on RAW 264.7 cells and human primary osteoclasts	2012	Inglês	MEDLINE
50	Effect of inositol hexaphosphate-loaded red blood cells (RBCs) on the rheology of sickle RBCs.	2013	Inglês	MEDLINE
51	Protective effect of myo-inositol hexaphosphate (phytate) on bone mass loss in postmenopausal women.	2013	Inglês	MEDLINE
52	Mimicking native extracellular matrix with phytic acid-crosslinked protein nanofibers for cardiac tissue engineering	2013	Inglês	MEDLINE
53	Inositol hexaphosphate inhibits tumor growth, vascularity, and metabolism in TRAMP mice: a multiparametric magnetic resonance study	2013	Inglês	MEDLINE

Quadro 3. Distribuição dos artigos selecionados segundo título, ano, idioma e periódico

Os dados obtidos (Quadro 3) evidenciaram que a base de dados com maior número de artigos publicados acerca da questão em estudo foi a MEDLINE, sendo a língua inglesa o idioma mais frequente nas publicações. Observou-se também que a maioria dos autores desses estudos tinha nacionalidade estrangeira e a predominância de publicações se deu nos anos de 2009 e 2010.

Sobre a influência do fitato como agente deletério frente à biodisponibilidade de nutrientes, seis (6) estudos foram identificados (1, 16, 19, 23, 25 e 29). Os demais estudos (47) demonstraram funções benéficas deste composto para a saúde humana, tais como:

anticarcinogênico (3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 18,21, 22, 24,27, 28, 30, 33, 36, 37, 40, 42, 44, 45, 46 e 53), marcador confiável para a detecção de vários tipos de câncer (26, 31 e 32), promotor da redução dos: níveis de glicemia (2, 40 e 41), níveis hepáticos e séricos de lipídeos (6, 7, 9, 15 e 23), agente de prevenção de: cárie dentária (20) e cálculo renal (34, 38, 40 e 48). Atua como agente de prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares (38, 40 e 52) e osteoporose (11, 14, 39, 49 e 51). Além de agir no tratamento de doenças falciformes (35, 47 e 50) e doenças associadas ao envelhecimento (17 e 43). Vale salientar que, dos estudos avaliados apenas 12 foram realizados com modelo humano, os demais utilizaram métodos *in vitro* e testes com animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa, cuja finalidade foi reunir, avaliar e sintetizar informações acerca de evidências da bioatividade do fitato dietético na saúde humana evidenciou que a maioria dos estudos tratavam dos efeitos benéficos do fitato para a saúde. Salienta-se que um número expressivo de publicações utilizou testes *in vitro* ou em animais, demonstrando a necessidade de mais estudos com modelo humano.

REFERÊNCIAS

ADDISON, W.N.; MCKEE, M.D. Inositol hexakisphosphate inhibits mineralization of MC3T3-E1 osteoblast cultures. **Bone**, v. 46, n. 4, p. 1100-1107, 2010.

AMARAL, E. G. A. S. et al. Study of superoxide dismutase's expression in the colon produced by azoxymethane and inositol hexaphosfate's paper, in mice. **Acta Cirúrgica Brasileira**. v. 21, n.4, p. 27-31, 2006.

ANEKONDA, T.S. et al. Phytic acid as a potential treatment for alzheimer's pathology: evidence from animal and in vitro models. **J. Alzheimers Dis.**, v. 23, n.1, p. 21-35, 2011.

ÁNGEL, A. et al. Influencia del consumo de fitato sobre la masa **ósea** en mujeres posmenopáusicas de Mallorca. Original Research Article. **Reumatología Clínica**, v. 7, n. 4, p. 220-223, 2011.

ARRIERO, M.M. et al. Inositol hexakisphosphate inhibits osteoclastogenesis on RAW 264.7 cells and human primary osteoclasts, **Plos One**, v.7, n.8, p.e43187, 2012.

BACIC, I. et al. Efficacy of IP6 + inositol in the treatment of breast cancer patients receiving chemotherapy: prospective, randomized, pilot clinical study. **J Exp Clin Cancer Res**, v. 29, p.12, 2010.

BOHN, L.; MEYER, A.S.; RASMUSSEN. S.K. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. **J. Zhejiang Univ. Sci. B.**, v. 9, n. 3, p. 165-91, 2008.

BOURGEAUX, V. et al. Efficacy of homologous inositol hexaphosphate-loaded red blood cells in sickle transgenic mice. **Br. J. Haematol**, v.157, n. 3, p. 357-369, 2012.

BOURGEAUX, V. et al. Inositol hexaphosphate-loaded red blood cells prevent in vitro sickling. **Transfusion**, v. 50, n. 10, p. 2176-2184, 2010.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Phytic acid phytase: implications for protein utilization by poultry. **Poultry Science**, v.85, n.5, p.878-885, 2006.

DIALLO, J.S. et al. Enhanced killing of androgen-independent prostate cancer cells using inositol hexakisphosphate in combination with proteasome inhibitors.**Br J Cancer**, v. 99, n. 10, p. 1613-22, 2008.

DILWORTH, L. L. et al. The effect of phytic acid on the levels of blood glucose and some enzymes of carbohydrate and lipid metabolism. **West Indian Med J**, v.54, n.2, p. 102-106, 2005.

EISEMAN, J. et al. Pharmacokinetics and tissue distribution of inositol hexaphosphate in C.B17 SCID mice bearing human breast cancer xenografts. **Metabolism**, v. 60, n. 10, p. 1465-1474, 2011.

FAMULARO, G. et al. Probiotic lactobacilli: an innovative tool to correct the malabsorption syndrome of vegetarians? **Medical Hypotheses**, v.65, n.6, p.1132-1135, 2005.

GRASES, F. et al. Anticalculus effect of a triclosan mouthwash containing phytate: a double-blind, randomized, three-period crossover trial. **J. Periodontal Res.**, v. 44, n. 5, p. 616-621, 2009.

GRASES, F. et al. Effect of tetracalcium dimagnesium phytate on bone characteristics in ovariectomized rats. **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 6, p. 1301-1306, 2010.

GRASES, F. et al. Study of the effects of different substances on the early stages of papillary stone formation. **Nephron**, Palma de Mallorca, v.73, n.4, p.561- 568, 1996.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. Functional properties of phytate. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 32, n. 2, p. 75-89, 2007.

GU, M. et al. Inositol hexaphosphate downregulates both constitutive and ligand-induced mitogenic and cell survival signaling, and causes caspase-mediated apoptotic death of human prostate carcinoma PC-3 cells. **Mol. Carcinog.**, v. 49, n. 1, p. 1-12, 2010.

GU, M. et al. Inositol hexaphosphate suppresses growth and induces apoptosis in prostate carcinoma cells in culture and nude mouse xenograft: PI3K-Akt pathway as potential target. **Cancer Res.**, v. 69, n. 24, p. 9465-9472, 2009.

GUIDO, M. et al. Apoptotic effects of inositol hexaphosphate on biomarker Itpr3 in induced colon rat carcinogenesis. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 157-166, 2008.

HATTORI, Y. et al. Novel irinotecan-loaded liposome using phytic acid with high therapeutic efficacy for colon tumors. **J. Control. Release**, v. 136, n. 1, p. 30-37, 2009.

HUNT, J.R.; BEISEIGEL, J.M. Dietary calcium does not exacerbate phytate inhibition of zinc absorption by women from conventional diets. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 89, n. 3, p. 839-843, 2009.

JOVANI, M. et al. Effects of protein, phytates, ascorbic acid and citric acid on dialysability of calcium, iron, zinc and copper in soy-based infant formulas. **Nahrung**, n 44, p.14-117, 2000.

KAPRAL, M. et al. The effect of inositol hexaphosphate on the expression of selected metalloproteinases and their tissue inhibitors in IL-1ß-stimulated colon cancer cells. **Int. J. Colorectal Dis.**, v. 27, n. 11, p. 1419-1428, 2012.

KHATIWADA, J. et al. Combination of green tea, phytic acid, and inositol reduced the incidence of azoxymethane-induced colon tumors in Fisher 344 male rats. Original Research Article. **LWT - Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 1080-1086, 2006.

KHATIWADA, J. et al. Green tea, phytic acid, and inositol in combination reduced the incidence of azoxymethane-induced colon tumors in Fisher 344 male rats. **J. Med. Food**, v. 14, n. 11, p. 1313-1320, 2011.

KIM, J. et al. Relationships between faecal phytate and mineral excretion depend on dietary phytate and age. **Br. J. Nutr.**, v. 102, n. 6, p. 835-841, 2009.

KOLAPPASWAMY, K. et al. Effect of inositol hexaphosphate on the development of UVB-induced skin tumors in SKH1 hairless mice. **Comp. Med.**, v. 59, n. 2, p. 147-52, 2009.

KUMAR, S.M. et al. Molecular level interaction of the human acidic fibroblast growth factor with the antiangiogenic agent, inositol hexaphosphate. **Biochemistry**, v. 49, n. 50, p. 10756-10764, 2010.

KUPPUSAMY, A. et al. In vitro (Î±-glucosidase and Î±-amylase inhibition) 156 and in vivo antidiabetic property of phytic acid (IP6) in streptozotocin- nicotinamide-induced type 2 diabetes mellitus (NIDDM) in rats. **J. Complement Integr. Med.**, v. 8, 2011.

LAMARRE, Y. et al. Effect of inositol hexaphosphate-loaded red blood cells (RBCs) on the rheology of sickle RBCs. **Transfusion**, v. 53, n. 3, p. 627-636, 2013.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, A. A. et al. Protective effect of myo-inositol hexaphosphate (phytate) on bone mass loss in postmenopausal women. **Eur. J. Nutr.**, v. 52, n. 2, p. 717-726, 2013.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, A.A. et al. Phytate (myo-inositol hexaphosphate) and risk factors for osteoporosis. **J. Med .Food**, v. 11, n.4, p. 747-52, 2008.

MARKS, G. et al. Modulation of transforming growth factor beta2 (TGF-beta2) by inositol hexaphosphate in colon carcinogenesis in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, n.4, p. 51-56, 2006.

MIDORIKAWA, K. et al. Protective effect of phytic acid on oxidative DNA damage with reference to cancer chemoprevention. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.288, n.3, p.552-557, 2001.

MUÑOZ, J.A.; LÓPEZ-MESAS, M.; VALIENTE, M. Minimum handling method for the analysis of phosphorous inhibitors of urolithiasis (pyrophosphate and phytic acid) in urine by SPE-ICP techniques. **Anal Chim. Acta**, v. 658, n. 2, p. 204-208, 2010.

MUÑOZ, J.A.; LÓPEZ-MESAS, M.; VALIENTE. Inhibitors of oxalocalcic lithiasis: effects of their interactions on calcium oxalate crystallization. **Urology**, v.80, n.5, p.1163.e13-18, 2012.

NOMORI, H. et al. Difference of sentinel lymph node identification between tin colloid and phytate in patients with non-small cell lung cancer. **Ann. Thorac. Surg.**, v. 87, n. 3, p. 906-910, 2009.

NORAZALINA, S. et al. Anticarcinogenic efficacy of phytic acid extracted from rice bran on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats.Original Research Article. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 62, n. 3, p. 259-268, 2010.

OGAWA, S. et al. Sentinel node detection with (99m)Tc phytate alone is satisfactory for cervical cancer patients undergoing radical hysterectomy and pelvic lymphadenectomy. **Int. J. Clin. Oncol.**, v. 15, n. 1, p. 52-58, 2010.

OKAZAKI, Y.; KATAYAMA, T. Dietary inositol hexakisphosphate, but not myo-inositol, clearly improves hypercholesterolemia in rats fed casein-type amino acid mixtures and 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane**. Nutr Res**, v. 28, n. 10, p.714-21, 2008.

PANDEY, M.; GUPTA, K.P. Epigenetics, an early event in the modulation of gene expression by inositol hexaphosphate in ethylnitrosourea exposed mouse lungs. **Nutr. Cancer**, v. 63, n. 1, p. 89-99, 2011.

PLAAMI, S. Myoinositol Phosphates: Analysis, Conten in Foods and Effects in Nutrition. **Libensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.30, p.633-647, 1997.

PRYNNE, C.J. et al. Dietary fibre and phytate--a balancing act: results from three time points in a British birth cohort. **Br. J. Nutr.**, v. 103, n. 2, p. 274-280, 2010.

RAINA, K. et al. Chemopreventive efficacy of inositol hexaphosphate against prostate tumor growth and progression in TRAMP mice. **Clin. Cancer Res.**, v. 14, n. 10, p. 3177-84, 2008.

RAINA, K. et al. Inositol hexaphosphate inhibits tumor growth, vascularity, and metabolism in TRAMP mice: a multiparametric magnetic resonance study. **Cancer prevention research**, v. 6, n. 1, p. 40-50, 2013.

RAINA, K. et al. Mimicking native extracellular matrix with phytic acid-crosslinked protein nanofibers for cardiac tissue engineering Inositol hexaphosphate inhibits tumor growth, vascularity, and metabolism in TRAMP mice: a multiparametric magnetic resonance study. **Cancer Prev. Res. (Phila)**, v. 6, n. 1, p. 40-50, 2013.

RAVINDRAN, V. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 699-706, 1999.

RICKARD, S.E.; THOMPSON, L.U.; Interactions and biological effects of phytic acid, in Antinutrients and Phytochemicals in Food. **Shaidi F**. Washington DC, p. 294-312, 1997.

ROY, S. et al. p21/Cip1 and p27/Kip1 Are essential molecular targets of inositol hexaphosphate for its antitumor efficacy against prostate cancer. **Cancer Res.**, v. 69, n. 3, p.1166-1173, 2009.

SATO, V. S.i et al. Phytase production by Rhizopus microsporus var. microsporus biofilm: characterization of enzymatic activity after spray drying in presence of carbohydrates and nonconventional adjuvants. **Journal of microbiology and biotechnology**, v. 24, n. 2, p. 177-187, 2014.

SCHLEMMER, U. et al. Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 53, n.2, p.330-375, 2009.

SCHNEIDER, J.G. et al. Effects of pterostilbene on melanoma alone and in synergy with inositol hexaphosphate. **Am. J. Surg.**, v. 198, n. 5, p. 679-684, 2009.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. Review. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.1-41, 2007.

SEOK, J.W. et al. Sentinel lymph node identification with radiopharmaceuticals in patients with breast cancer: a comparison of 99mTc-tin colloid and 99mTc-phytate efficiency.**Breast Cancer Res Treat**, v. 122, n. 2, p. 453-457, 2010.

STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. de. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (Piaractus mesopotamicus. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2010.

SUNG-HYEN, L. et al. Dietary phytic acid improves serum and hepatic lipid levels in aged ICR mice fed a high-cholesterol diet. Original Research Article. **Nutrition Research**, v. 27, n. 8, p. 505-510, 2007.

SUNG-HYEN, L. et al. Dietary phytic acid lowers the blood glucose level in diabetic KK mice. Original Research Article**. Nutrition Research**, v.26, n. 9, p. 474-479, 2006.

SUNG-HYEN, L. et al. Effects of dietary phytic acid on serum and hepatic lipid levels in diabetic KK mice. Original Research Article. **Nutrition Research**, v.25, n. 9, p. 869-876, 2005.

SUZUKI, T. et al. A novel mechanism underlying phytate-mediated biological action-phytate hydrolysates induce intracellular calcium signaling by a GÎ±q protein-coupled receptor and phospholipase C-dependent mechanism in colorectal cancer cells. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 54, n. 7, p. 947-955, 2010.

SUZUKI, T.; HARA, H. Phytate hydrolysate induces circumferential F-actin ring formation at cell-cell contacts by a Rho-associated kinase-dependent mechanism in colorectal cancer HT-29 cells. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 54, n. 12, p. 1807-1818, 2010.

WILLIAMS, K.A. et al. Protective effect of inositol hexaphosphate against UVB damage in HaCaT cells and skin carcinogenesis in SKH1 hairless mice. **Comp Med**, v.61, n.1, p. 39-44, 2011.

XU, Q.; KANTHASAMY, A.G.; REDDY, M.B. Neuroprotective effect of the natural iron chelator, phytic acid in a cell culture model of Parkinson's disease. **Toxicology**, v. 245, n. 1-2, p. 101-108, 2008.

CAPÍTULO 2

COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS SILVESTRES ALTOANDINOS

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 30/04/2021

Carlos Alberto Ligarda Samanez
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0001-7519-8355

David Choque Quispe
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0003-4002-7526

Henry Palomino Rincón
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-4174-9961

Betsy Suri Ramos Pacheco
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-0286-0632

Elibet Moscoso Moscoso
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-0546-4504

Mary Luz Huamán Carrión
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0001-5139-9064

Diego Elio Peralta Guevara
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0003-2988-0809

RESUMEN: Se cuantificó compuestos bioactivos y capacidad antioxidante, e identificaron antocianidinas en extractos de frutos silvestres: Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltdl), Huancachu (*Berberis cummutata* Eichler), Cheqche (*Berberis humbertiana* J.F. Macbr), Alaybilí (*Vaccinium floribundum* Kunth), Machamacha (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer), Condorpausan (*Monnina vargassi* Ferreyra), Frambuesa silvestre (*Rubus roseus* Poir). Los compuestos bioactivos: fenoles, flavonoides y antocianinas fueron determinados por espectrofotometría, la cuantificación de antocianidinas por HPLC, y la actividad oxidante por neutralización de radicales DPPH. La cuantificación de compuestos bioactivos en los frutos silvestre superan ampliamente a los frutos tradicionales; así el Cheqche presenta 21.47 ± 0.11 mg-eq ácido gálico/g en fenoles, flavonoides 18.42 ± 0.12 mg catequina/g, y antocianinas 583.51 ± 18.04 mg cianidina-3glucósido/g; la actividad antioxidante del Condorpausan fue 324.97 ± 2.55 μg/mL. Se identificaron antocianidinas: delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina, malvidina y pelargonidina. Los resultados obtenidos demuestran que los frutos silvestres pueden emplearse potencialmente como fuente natural de pigmentos y antioxidantes.
PALABRAS CLAVE: frutos silvestres, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante.

BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN HIGH ANDEAN WILD FRUITS

ABSTRACT: Bioactive compounds and antioxidant capacity were quantified, and anthocyanidins were identified in extracts of wild fruits: Capachu (Hesperomeles escalloniifolia Schltdl), Huancachu (Berberis cummutata Eichler), Cheqche (Berberis humbertiana J.F. Macbr), Alaybilí (Vaccinium floribundum Kunth), Machamacha (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer), Condorpausan (Monnina vargassi Ferreyra), Frambuesa silvestre (Rubus roseus Poir). The bioactive compounds: phenols, flavonoids and anthocyanins were determined by spectrophotometry, the quantification of anthocyanidins by HPLC, and the oxidant activity by neutralization of DPPH radicals. The quantification of bioactive compounds in wild fruits far outweigh traditional fruits; so the Cheqche presents 21.47 ± 0.11 mg-eq gallic acid/g in phenols, flavonoids 18.42 ± 0.12 mg catechin/g, and anthocyanins 583.51 ± 18.04 mg cyanidin-3-glucoside/g; the antioxidant activity of the Condorpausan was 324.97 ± 2.55 μg/mL. Anthocyanidins were identified: delphinidin, cyanidin, petunidin, peonidin, malvidin and pelargonidin. The results obtained show that wild fruits can be potentially used as a natural source of pigments and antioxidants.
KEYWORDS: native potato clones, mash, antioxidant capacity, phenols, anthocyanins.

1 | INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia de los mercados es consumir alimentos naturales, de gran calidad y, sobre todo producidos naturalmente. Un alimento saludable que reúne estas características son los frutos silvestres, pigmentados en diversos colores por el contenido de antocianinas, que son antioxidantes (Ali et al., 2005), los cuales permiten que las células no sufran oxidación o que se mantengan en un equilibrio para los procesos de óxido-reducción que ocurren en forma natural dentro del organismo (Wang et. al., 2011, Ezzedine et. al., 2010 y Ratnam et. al., 2006).

El aumento de la prevalencia de las enfermedades crónicas, relacionadas con la alimentación ha conducido a un mayor interés por estudiar la relación alimentación y salud (Velioglu et. al., 1998). Se ha demostrado una menor incidencia de las mismas con patrones alimentarios que involucran un alto consumo de alimentos vegetales, lo que ha motivado a investigar las propiedades de estos alimentos (Stewart y Wild, 2014). El efecto protector de los alimentos de origen vegetal se ha atribuido a diversos nutrientes y fitoquímicos con actividad antioxidante lo cual es frecuentemente olvidado en las recomendaciones alimentarias (Block et. al., 1992, Steinmetz y Potter, 1991).

Así la capacidad antioxidante de las frutas silvestres es insipiente, y en muchos casos dada la coloración de estas, es necesario la caracterización de su composición inactiva a fin de conocer su valor nutricional (Scalzo et al., 2014), puesto que son potenciales portadores de Vitaminas, carotenoides, flavonoides y antocianinas (Ali et al., 2005, Contreras et al., 2010 y Kong et al., 2003).

La provincia de Andahuaylas, en el Perú, por ser una zona altoandina, es propicia

para el desarrollo de plantas nativas que en la mayoría de los casos corresponden a la especie *Vaccinium* (blueberry y bilberry) dentro de las cuales se han estudiado: Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia Schltdl*), Huancachu (*Berberis cummutata Eichler*), Cheqche (*Berberis humbertiana J.F. Macbr*), Alaybilí (*Vaccinium floribundum Kunth*),

Machamacha (*Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*), Condorpausan (*Monnina vargassi Ferreyra*), Frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*), estos por pertenecer a la especie Vacinium presentan flavonoides y por ende tiene capacidad antioxidante (Skrede et al., 2002). El objetivo de este trabajo fue determinar los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en frutos silvestres altoandinos.

2 I MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materia Prima

Los frutos silvestres de las variedades: Capachu, Huancachu, Cheqche, Alaybilí, Machamacha, Frambuesa Silvestre y Condorpausan, que presenten estado de madurez completo, coloración adecuada, sin daños físicos y de buen tamaño, fueron recolectados en el mes de febrero de 2018, del bosque Kankarhuay ubicado en el centro poblado de Cotahuacho, Distrito de Pacucha, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, con coordenadas geográficas 13°33’55.53’’S, 73°18’33’’O entre 2500 a 4080 msnm.

2.2 Preparación de Extracto

Se pesó 1 g de muestra fresca y se extrajo con 10 mL de etanol al 80%, se llevó a un vortex por 10 minutos y se centrifugó a 10 °C a 5000 rpm por 10 min. El sobrenadante fue transferido a una fiola de 50 mL, enrasándose con etanol al 80%.

2.3 Cuantificación de Fenoles Totales

Se tomó 50 μL del extracto y se mezcló con 1000 μL de Folin Ciocalteu al 10%, más 1000 μL de Na2CO3 al 7.5% y 950 μL de agua ultrapura tipo I.

La mezcla se dejó en reposo por 15 min a temperatura ambiente y en un lugar oscuro. Finalmente, se leyó la absorbancia de la solución a 730 nm en un espectrofotómetro (Spectroquant® Pharo 300). Para la elaboración de la curva de calibración de ácido gálico, se prepararon soluciones a diferentes concentraciones de este estándar, las cuales fueron tratadas de manera similar a la muestra. El contenido de fenoles totales fue expresado como miligramos-equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg AG/g) (Shotorbani et al., 2013).

2.4 Cuantificación de Flavonoides Totales

A 0.5 mL del extracto se le adicionaron 1.5 mL de agua destilada y 0.15 mL de NaNO2 al 0.05%. Luego de 5 min se adicionó 150 μL de AlCl3 al 0.1% y se dejó en reposo

por 6 min, enseguida se agregó 1 mL de NaOH 1 M, completando el volumen de la solución a 5 mL con agua destilada. Luego de 30 min se midió la absorbancia de la solución a 510 nm en un espectrofotómetro (Spectroquant® Pharo 300).

Para la elaboración de la curva de calibración de catequina, se prepararon diluciones de este estándar a concentraciones de 9 a 60 μg/mL, las cuales fueron tratadas de manera similar a la muestra. El contenido de flavonoides totales fue expresado como miligramos de catequina por gramo de muestra (mg catequina/100g) (Ivanova et al., 2010).

2.5 Cuantificación de Antocianinas Totales

A 1g de la muestra se adiciono 5 ml de solución de ácido acético al 4% en agua, y se llevó a ultrasonido por 30 minutos, luego se centrifugo y filtró a 0.45 micras. La solución se diluyo en 1:10 con los buffers de pH 1.0 y 4.5 y se midieron las absorbancias (A) a 510 y 700 nm (por triplicado). El contenido de antocianinas se determinó a través de la ecuación 01 y 02 [15]

$$B\ (mg\ antocininas/L) = A.\ Mw.\ Fd.\ 1000.\ L.\ 1/E \qquad (01)$$

$$C(mg\ \text{cianidina 3 glucósido}/Kg) = B.\ (V/Wm).1000 \qquad (02)$$

Dónde: A = (A510 – A700) pH 1.0 - (A510 – A700) pH 4.5; MW peso molecular del 3-glucósido de cianidina (449.2 g/mol); Fd Factor de dilución (10); E coeficiente de extinción (26900 para el 3-glucósido de cianidina), L ancho de la celda (1 cm); V solución muestra (litros); Wm peso de la muestra (mg) (Villanueva et al., 2010).

2.6 Cuantificación de Antocianidinas por Cromatografía Liquida

Se tomó 1g de muestra, y se macero en 20 mL de acetona hasta saturación del solvente, enseguida las muestras se centrifugaron a 4000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se transfirió a viales de 20 mL y se adiciono cloroformo, con la finalidad de realizar la separación liquido-liquido, después la porción acuosa (parte superior) fue colectada en un vial de 20 mL. Se tomó 5 ml del sobrenadante y se adiciono 10 mL de HCl 6N, la mezcla fue llevada a una estufa a 80 °C por 30 minutos con el fin de realizar la hidrólisis ácida.

La muestra hidrolizada fue transferida a tubos y luego centrifugadas a 4000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se llevó a un Beaker y se adicionó 5 mL de agua acidificada (HCl 0,01%), de esta mezcla se tomó 5 mL y se pasó por una columna C-18 para hacer la purificación, los componentes analizados fueron retenidos en silicagel que existe en el C18 para posteriormente realizar un lavado con metanol acidificado (HCl 1%) (Giusti et al., 2001).

Las muestras fueron transferidas a viales de 1 mL las cuales fueron utilizadas para realizar el análisis en el HPLC.

2.7 Determinación de la Actividad Antioxidante

A partir de la solución del extracto se prepararon diluciones con concentraciones de 0.2 a 2 mg/mL a las cuales se les agregó 3950 μL de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) y se completó con etanol al 80% hasta un volumen total de 4000 μL. Luego los tubos de ensayo fueron colocados en la oscuridad por 30 min. La reducción de DPPH fue determinada a una longitud de onda de 517 nm en un espectrofotómetro (Spectroquant® Pharo 300) frente a un blanco de etanol al 80%. La actividad antioxidante se calculó a través de la ecuación 03.

$$\%AA = \left(1 - \frac{A^{muestra}}{ADPPH\ control}\right) . 100 \qquad (03)$$

La concentración efectiva media (EC_{50}) de la actividad antioxidante fue obtenida a partir de la curva del porcentaje de actividad antioxidante versus la concentración extracto de la muestra (μg/mL) (Pasko et al., 2009).

2.8 Análisis Estadístico

El diseño estadístico correspondió a un DCA, y la diferencia significativa de los resultados de fenoles, flavonoides, antocianinas y actividad antioxidante se analizó a través de un ANOVA de un factor, seguido de una comparación de medias de Fisher – LSD con nivel de significancia del 5%, el análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI.

3 I RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 DETERMINACIÓN DE FENÓLICOS TOTALES, FLAVONOIDES TOTALES Y ANTOCIANINAS

En cuanto al contenido de fenoles totales el Cheqche y la Machamacha presentan 21.47 ± 0.11 y 12.99 ± 0.47 mg equivalentes de ácido gálico/ g, seguido de la Machamacha, mientras que el Condorpausan presenta una concentración de 2.82 ± 0.06 mg equivalentes de ácido gálico/g (Tabla 01).

Comparando el contenido de fenólicos totales con otros frutos se considera que los frutos silvestres estudiados pueden ser una importante fuente de polifenoles, esto debido a que su contenido es mayor con respecto a otros frutos publicado por otros autores, cuantificados a través del mismo método empleado, por ejemplo la mora (*Rubus ulmifolius*) (118.9 ± 2.1 mg ácido gálico/100 g), uva negra (*Vitis vinífera*) (117.1 ± 0.6 mg ácido gálico/100 g), acai (*Euterpe oleracea*) (136.8 ± 0.4 mg ácido gálico/100 g), guayava (*Psidium guajava*) (83.0 ± 1.3 mg ácido gálico/100 g), fresa (Fragaria vesca L) (132.1 ± 3.8), piña (*Ananas comosus*) (21.7 ± 4.5 mg ácido gálico/100 g), y maracuyá (*Passiflora edulis*) (20.0 ± 2.6 mg ácido gálico/100 g) (Kuskoski et al., 2006). Y los reportados para uchuva verde (*Physalis peruviana*) (66.5 ± 2.3 mg ácido gálico/100 g pulpa seca), uchuva

pintona (*Physalis peruviana*) (52.6 ± 1.6 mg ácido gálico/100 g pulpa seca) y uchuva madura (*Physalis peruviana)* (59.2 ± 1,3 mg acido gálico/100 g pulpa seca) (Corrales et al., 2015), aunque para la cascara de camu-camu maduro (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh) el contenido fue 600.02 ± 48 mg ácido gálico/100 g (Villanueva et al., 2010), que es similar al presentado en el Huancachu.

Frutos silvestres	mg-eq ácido gálico/g		
	$\overline{x}$	±	s
Cheqche	21.47[a]	±	0.11
Machamacha	12.99[b]	±	0.47
Capachu	9.00[c]	±	0.21
Alaybilí	8.51[c]	±	0.60
Huancachu	5.86[d]	±	0.20
Frambuesa silvestre	5.23[e]	±	0.20
Condorpausan	2.82[f]	±	0.06

Tabla 1. Contenido de fenólicos totales

Donde: $\overline{x}$ es la media; s es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con α = 5%.

La importancia del estudio del contenido de los compuestos fenólicos está relacionada con la actividad biológica que presentan, ya que son considerados uno de los fitoquímicos que contribuyen al mantenimiento de la salud humana por sus propiedades terapéuticas (Muñoz et al., 2007). Asimismo, Muñoz et al. (Zapata et al., 2013), menciona que estos compuestos son constituyentes importantes de las plantas, motivo por el cual son ampliamente utilizadas por la industria alimentaria, no solo por las características organolépticas que le confiere a las frutas y hortalizas sino porque retardan la oxidación de los lípidos y mejoran la calidad nutricional de los alimentos.

La cuantificación del contenido de flavonoides totales se muestra en la Tabla 02, los frutos silvestres fueron ordenados de mayor a menor concentración, siendo el Cheqche el fruto de mayor concentración, con un valor de 18.42 ± 0.12 mg catequina/g, mientras que el Condorpausan el fruto de menor concentración con 1.63 ± 0.04 mg catequina/g, por otra parte, los frutos Capachu-Alaybilí; y Huancachu-Frambuesa silvestre no muestran diferencia significativa (p-value < 0.05)

Los resultados obtenidos son superiores a los encontrados para guayaba agria (133.73 ± 1.12 mg catequina/100g) [23], uchuva verde (131.9 ± 4.4 mg catequina/100g), uchuva pintona (78.7 ± 2.9 mg catequina/100g) y uchuva madura (65.9 ± 1.7 mg catequina/100g) (Corrales et al., 2015), en ese sentido se puede evidenciar que los frutos silvestres tienen alto contenido de flavonoides respecto a otros frutos estudiados.

Frutos silvestres	mg catequina/g		
	$\bar{x}$	±	s
Cheqche	18.42 [a]	±	0.12
Machamacha	10.41[b]	±	0.28
Capachu	8.72[c]	±	0.31
Alaybilí	8.51[c]	±	0.09
Huancachu	5.49[d]	±	0.08
Frambuesa silvestre	5.18[d]	±	0.21
Condorpausan	1.63[e]	±	0.04

Tabla 2. Contenido de flavonoides totales

Donde: $\bar{x}$ es la media; s es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con α = 5%.

La importancia del estudio del contenido de flavonoides radica en que estos compuestos presentan propiedades antiinflamatorias, antibacterianas, antivirales, antialérgicas y antitumorales (Lima y Becerra, 2012). Además, estos compuestos ejercen su acción antioxidante al combinar sus propiedades quelantes y secuestrar los radicales libres, inhiben la oxidasa y otras enzimas (Pérez, 2003), estas propiedades hacen que presente gran interés en identificar y cuantificar este grupo de compuestos en diferentes frutos silvestres.

En la Tabla 03 se muestran los resultados del contenido de antocianinas totales de los frutos silvestres, se observa que el Cheqche y Machamacha son los que presentan mayor contenido de antocianinas 583.51 ± 18.04 y 336.66 ± 1.04 mg de cianidina-3glucósido/g, respectivamente, mientras que Huancachu muestra menor concentración con 7.02 ± 0.76 mg de cianidina-3-glucósido/g, no obstante, los frutos Condorpausan y Alaybilí no muestran diferencia significativa (p-value < 0.05).

El contenido de antocianinas en estos frutos silvestres es bastante alto comparado con algunas otras fuentes ricas en antocianinas como zarzamora *(Rubus spp)* de la región Xico Veracruz que tiene un contenido de antocianinas de 183 ± 0.33 mg-eq de cianidina-3glucósido/100g (Leyva, 2009), mora (41.8 ± 1.8 mg de cianidina-3-glucósido/100g), uva (30.9 ± 0.1 mg de cianidina-3-glucósido/100g), acai (22.8 ± 0.8 mg de cianidina-3glucósido/100g), guayaba (2.7 ± 0.2 mg de cianidina-3-glucósido/100 g), fresa (23.7 ± 2.3 mg de cianidina-3-glucósido/100 g) (Kuskoski et al., 2006), Blackberry (*Rubus* spp.) (57.2 ± 2.5 mg de cianidina-3-glucósido/100g), Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) (5.1 ± 0.9 mg de cianidina-3-glucósido/100g), Raspberry (*Rubus idaeus*) (57.5 ± 3.4 mg de cianidina-3glucósido/100g) (Marhuenda, 2016), es así que los frutos silvestres estudiados tienen alto contenido de antocianinas respecto a otros frutos.

La importancia de la cuantificación de las antocianinas, se debe a las propiedades

biofuncionales que presenta y el aporte que tienen como valor agregado para ser empleadas en la industria como colorantes naturales (Santacruz, 2011).

Frutos silvestres	mg de cianidina-3glucósido/g		
	$\bar{x}$	±	s
Cheqche	583.51[a]	±	18.04
Machamacha	336.66[b]	±	1.04
Capachu	118.80[c]	±	2.53
Frambuesa silvestre	62.41[d]	±	2.85
Condorpausan	26.00[e]	±	1.22
Alaybilí	21.00[e]	±	0.20
Huancachu	7.02[f]	±	0.76

Tabla 3. contenido de antocianinas totales

Donde: $\bar{x}$ es la media; s es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con α = 5%.

3.2 Cuantificación de Antocianidinas por Cromatografía Liquida

Se obtuvieron cromatogramas a una longitud de onda de 520 nm, con la finalidad de determinar los compuestos antociánicos. Para realizar la comparación se emplearon cromatogramas de frutos estudiados como la uva y la fresa, los mismos que fueron tratados a la misma longitud de onda.

Se identificaron a las antocianidinas que tenían patrones para realizar la comparación, los tiempos de retención (Ret time) y los porcentajes de las antocianidinas están relacionados con la polaridad que presenta cada antocianidina con la columna que es la fase estacionaria, la fase móvil permite hacer la separación de los compuestos de la muestra, también la fase móvil evita que se quede el compuesto en la columna, éste es el mecanismo que ocurre durante el análisis de la muestra en el HPLC, previo al análisis de la muestra con el HPLC se realizó la hidrólisis ácida con la finalidad de eliminar el azúcar de la estructura de la antocianina, por lo tanto se reduce la polaridad de la molécula, volviéndola más compatible con la fase estacionaria (columna), de modo que la elución con la fase móvil tarda más tiempo (Strack y Wray, 1989).

En el caso de los frutos silvestre denominado Condorpausan y Machamacha (Figura1.a y b), presentaron 11 tipos de antocianidinas, de los cuales se lograron identificar solo dos, la delfinidina (1.47% y 33.23% respectivamente) y cianidina (0.94% y 2.82% respectivamente). Mientras que la Frambuesa silvestre (Figura 1.c), presentó 6 picos, de los cuales dos fueron identificadas cianidina (48.11%) y pelargonidina (2.54%), en el Huancachu (Figura 1.d), presento 10 tipos de antocianidinas, cinco fueron identificadas; la delfinidina, cianidina, peonidina y malvidina. Por otra parte, el Capachu (Figura 1.e),

solo presento 2 picos, siendo uno de ellos la cianidina (1.25%), en el Alaybilí (Figura 1.f), pudieron ser identificadas, cinco tipos de antocianidinas, delfinidina, cianidina, petunidina, pelargonidina y malvidina. Finalmente, en el Cheqche, obtuvo una cantidad total de 11 picos (antocianidinas), de los cuales cinco, pudieron ser identificados: delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina (Figura 1.g).

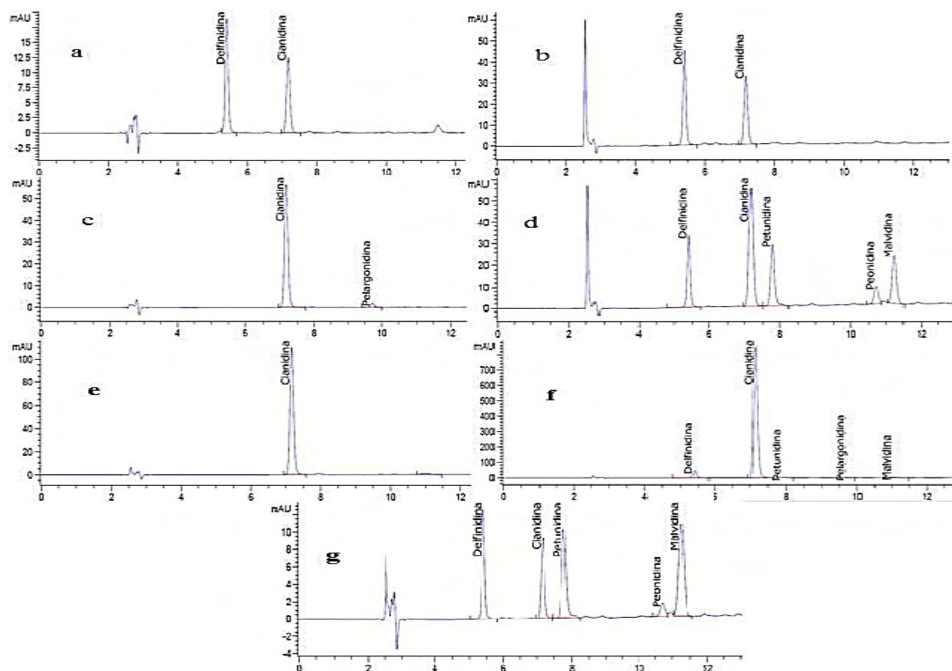


Figura 1. Cromatogramas de las antocianidinas de: a) Condorpausan, b). Machamacha, c) Frambuesa silvestre, d) Huancachu, e) Capachu, f) Alaybili, g) Cheqche.

Kuskoski et al., (2006), Evaluaron los compuestos fenólicos y antociánicos de los frutos tropicales silvestres y pulpas de frutas congeladas, en la que el extracto de baguacu, además de presentar elevada concentración de antocianinas, presentó los principales pigmentos como la delfinidina 3-glicosideo (17,9 %), cianidina 3-glicosideo (1,8 %), petunidina 3-glicosideo (15,9 %), pelargonidina 3-glicosideo (15,9 %), peonidina 3glicosideo (11,7 %) y malvidina3-glicosideo (27,1 %), en el perfil cromatográfico de los siete frutos silvestres, de acuerdo a las comparaciones, se evidencia la presencia de diversas antocianidinas como la delfinidina, cianidina, petunidina, pelargonidina, peonidina y malvidina, así mismo el Cheqche y Condorpausan, fueron los frutos con mayor número de antocianidinas, aunque muchas de ellas no pudieron ser identificadas, al no presentar similitud con los patrones de comparación de la fresa y uva. Los valores obtenidos en el análisis cromatográfico de los siete frutos silvestres, presentan en su mayoría, valores significativamente mayores al de los reportados en la bibliografía, tal es el caso de la cianidina con un porcentaje de 48.11%

en la frambuesa silvestre y 1.8% en el extracto de baguacu (Eugenia umbelliflora Berg) (Kuskoski et al., 2006).

3.3 Determinación de La Actividad Antioxidante

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la actividad antioxidante para los frutos silvestres, así el Condorpausan (324.97 ± 2.55 μg/mL) y el Cheqche (32.20 ± 1.66 μg/mL) tiene la mayor y menor capacidad de reducir el radical DPPH respectivamente.

La actividad antioxidante del Condorpausan superan ampliamente a los frutos como: mora (82.6 ± 1.8 mg/L), uva (105.9 ± 0.4 μg/mL), guayaba (100.7 ± 2.2 μg/mL) fresa (132.8 ± 0.3 μg/mL), piña (41.1 ± 0.8 μg/mL) y maracuyá (46.66 ± 1.6 μg/mL) (Kuskoski et al., 2006), tumbo serrano (Passiflora tripartita) (285.33 mg/L), guinda (36.78 mg/L), noni (Morinda citrifolia) (23.89 mg/L), yacón (Smallanthus sonchifolius) (15.66 mg/L), carambola (Averrhoa carambola) (5.59 mg/L), tomate de árbol (Solanum betaceum) (6.85 mg/L), aguaymanto (6.29 mg/L) y tumbo costeño (Passiflora mollisima) (0.35 mg/L) (Muñoz, 2007).

Frutos silvestres	μg/mL		
	$\bar{x}$	±	s
Cheqche	324.97[a]	±	2.55
Machamacha	107.00[b]	±	0.00
Capachu	102.59[c]	±	0.09
Frambuesa silvestre	71.00[d]	±	0.00
Condorpausan	55.24[e]	±	1.61
Alaybilí	43.03[f]	±	1.90
Huancachu	32.20[g]	±	1.66

Tabla 4. Actividad antioxidante

Donde: $\bar{x}$ es la media; s es la desviación estándar, las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con α = 5%.

Así la importancia de conocer la actividad antioxidante permite tener la alternativa de reemplazar antioxidantes sintéticos, puesto que reducen el estrés oxidativo en las células por su capacidad de reaccionar con radicales libres y son ampliamente usados para tratar diferentes enfermedades que atacan a la salud humana (Cerón et al., 2011). Es por ello que los antioxidantes naturales presentes en las frutas silvestres son una importante fuente de compuestos con propiedades fitoquímicas que representan una potencial alternativa para ser usados en la industria farmacéutica y de alimentos, esto se refleja en los altos contenidos de flavonoides y antocianinas que presentan, que actúan como antioxidantes (Villanueva et al., 2010, Repo y Encina, 2008).

4 I CONCLUSIONES

Los frutos silvestres estudiados presentan altos contenidos de fenoles totales, flavonoides y antocianinas como cianidina-3-glucósido, especialmente el Condorpausan, por otra parte, las antocianidinas encontradas fueron: delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina, malvidina y pelargonidina al ser comparadas como un patrón como la uva, lo que hace que la actividad antioxidante se alta, superando ampliamente a los frutos convencionales y silvestres de diferentes zonas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional José María Arguedas.

REFERENCIAS

Ali, B.H. et al. (2009). **Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of Hibiscus sabdariffa L.**: a review. Phytotheraphy Research, v.19, p.369-375, 2005.

Block, G.; Patterson, B.; Subar, A. (1992). **Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. Nutr. Cancer,** 18, 1–29. [CrossRef] [PubMed].

Cerón, I., Higuita, J. C., & Cardona, C. (2011). **Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina.** Vector, 5(1), 17-26.

Contreras-Calderón J., Calderón-Jaimes L., Guerra-Hernández E., García-Villanova B. (2010). **Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia.** Food Research International, In Press, Corrected Proof.

Corrales, A., Vergara, I., Rojano, B., Yahia, E. & Maldonado, M. E. (2015). **Características nutricionales y antioxidantes de uchuva colombiana (*Physalys peruviana L.)* en tres estadios de su maduración.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 65(4).

Ezzedine K., Latreille J., Kesse-Guyot E., Galan P., Hercberg S., Guinot C., Malvy D. (2010). **Incidence of skin cancers during 5-year follow-up after stopping antioxidant vitamins and mineral supplementation.** European Journal of Cancer, 46(18): 3316-3322.

Giusti, et al. (2001). **Characterization and measurement with UVvisible spectroscopy**, Current protocols in food analytical chemistry, John Wiley & Sons, Inc.

Ivanova I, Stefova M, Chinnici F. (2010). **Journal of the Serbian Chemical Society**, 75, no. 1, 45–59.

Kong J.M., Chia L.S., Goh N.K., et al. (2003). **Phytochemistry** 64, 923.

Kuskoski E., Asuero A., Troncoso A., Mancini-Filho A., Fett R. (2006). **Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos.** Ciencia y Tecnología de Alimentos, 25(4), 726-732.

Leyva, D. E. (2009). **Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora (Tesis de pregrado).** Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapan, Oaxaca, México.

Lima, F. O., & Bezerra, A. S. (2012). **Flavonoides e radicais livres.** Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas.

Marhuenda Javier, Gabriel Caravaca, María Dolores Alemán, Fernando Figueroa, Amadeo Gironés-Vilaplana, Juana Mulero, Pilar Zafrill, Alfonso Pérez. (2016). **Phenolic Composition, Antioxidant Activity, and In Vitro Availability of Four Different Berries.** Hindawi Publishing Corporation, Journal of Chemistry. P1-7.

Muñoz., A. M., Ramos, D. F., Alvarado, C., & Castañeda, B. (2007). **Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios.** Revista Sociedad Química del Perú, 73(3), 142-149.

Pasko P, Barton H, Zagrodzki P, Gorinstein S, Fołta M, Zachwieja Z. (2009) **Food Chemistry**, 115, 994–998.

Pérez, G. (2003). **Los flavonoides: Antioxidantes o prooxidantes.** Revista Cubana Investigacion Biomedica, 22(1), 48-57.

Ratnam, V.D., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K., Kumar, R.M.N.V., (2006). **Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: a pharmaceutical perspective.** J. Control. Release, 113(3):189-207. [doi: 10.1016/j.jconrel. 2006.04.015].

Repo de Carrasco, Ritva y Encina Zelada, Christian René. **Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas.** Rev. Soc. Quím. Perú [online]. 2008, vol.74, n.2 [citado 2018-07-16], pp.108-124.

Santacruz, A. C., (2011). **Análisis químico de antocianinas en frutos silvestres colombianos.** Tesis de maestría. Universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias. Bogotá- Colombia.

Scalzo J., Politi A., Pellegrini N., Mezzetti B., Battino M. (2005). **Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit.** Nutrition, 21(2):207213.

Shotorbani NY, Jamei R, Heidari R. (2013). **Avicenna Journal of Phytomedicine**, 3, no 1, 25-34.

Strack y Wray, (1989). **Anthocyanis in: methods in plant biochemistry.** Vol. 1. Plant phenolics. Dey, P. M., and J. B. Horbone (eds). Academic Press. London. pp. 325356.

Skrede G., Wrolstad R. (2002). **Flavanoids from Beries and Grapes.** In Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects, vol. 2, Shi J., Mazza G., Le Maguer M., Boca R. Eds., p. 71, CRC Press, Boca Raton.

Steinmetz, K.A.; Potter, J.D. (1991) **Vegetables, fruit, and cancer. I. Epidemiology. Cancer Causes Control**, 2, 325–357. [CrossRef] [PubMed].

Stewart, B.W.; Wild, C.P. (2014). **World Cancer Report; World Health Organization:** Geneva, Switzerland; IARC Publication: (Eds.) Lyon, France.

Velioglu, Y.; Mazza, G.; Gao, L.; Oomah, B. (1998). **Antioxidant Activity and Total Phenolics In Selected Fruits, Vegetables and Grain Products.** J. Agric. Food Chem. 46: 4113-4117.

Villanueva-Tiburcio, Juan Edson; Condezo-Hoyos, Luis Alberto and Asquieri, Eduardo Ramírez. (2010). **Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh).** Ciênc. Tecnol. Aliment. [online], vol.30, suppl.1 [cited 2018-07-16], pp.151-160.

Wang S., Melnyk J.P., Tsao R., Marcone M.F. (2011). **How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health.** Food Research International, 44(1):14-22.

Zapata, K., Cortes, F. B. & Rojano, B. A. (2013) **Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*).** Información Tecnológica. 24(5), 103112.

CAPÍTULO 3

ENRIQUECIMENTO DE BISCOITO COM COMPOSTOS BIOATIVOS PARA COMBATER A OSTEOPOROSE

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 31/05/2021

Marcele Leal Nörnberg
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/5679575922990788

Maria de Fátima Barros Leal Nörnberg
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/5959573150618842

Cátia Regina Storck
Universidade Franciscana (UFN), Curso de Nutrição
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/1803923802785936

RESUMO: A osteoporose é definida patologicamente como a diminuição da quantidade de osso e desestruturação da sua microarquitetura, deixando os ossos fracos e com possibilidade de fraturas, geralmente decorrentes de consumo inadequado de cálcio, vitamina D e ou proteína. Assim, objetivou-se elaborar um produto de panificação enriquecido nestes constituintes, como fonte dietética alternativa para pacientes com diagnóstico de osteoporose. Elaborou-se biscoito doce adicionado de leite em pó como fonte dos compostos bioativos de interesse. Os resultados mostraram-se positivos, sendo que uma porção de 60g do produto, apresentou a quantidade necessária para suprir 28% do valor diário recomendado de cálcio para indivíduos adultos, além de apresentar teores elvados de vitamina D e de proteína, que atuam na sua absorção. Conclui-se que o enriquecimento de produtos da panificação, constitui-se em alternativa viável para atender as recomendações nutricionais na prevenção de patologias como a osteoporose.

PALAVRAS - CHAVE: Cálcio; Osso; Proteína; Tecnologia de Alimentos; Vitamina D.

BISCUIT ENRICHMENT WITH BIOACTIVE COMPOUNDS TO COMBAT OSTEOPOROSIS

ABSTRACT: Osteoporosis is pathologically defined as the decrease in the amount of bone and the breakdown of its microarchitecture, leaving bones weak and with the possibility of fractures, usually resulting from inadequate consumption of calcium, vitamin D and or protein. Thus, the objective was to develop a bakery product enriched in these constituents, as an alternative dietary source for patients diagnosed with osteoporosis. A sweet biscuit was added with powdered milk as a source of the bioactive compounds of interest. The results were positive, with a 60g portion of the product having the necessary amount to supply 28% of the recommended daily value of calcium for adult individuals, in addition to presenting high levels of vitamin D and protein, which act on its absorption. It is concluded that the enrichment of bakery products is a viable alternative to meet

nutritional recommendations in the prevention of pathologies such as osteoporosis.

KEYWORDS: Calcium; Bone; Protein; Food Technology; Vitamin D.

1 I INTRODUÇÃO

Em todas as parte do mundo, a osteoporose é um importante problema de saúde. A partir dos 50 anos, 30% das mulheres e 13% dos homens poderão sofrer algum tipo de fratura. Estima-se que a incidência de fraturas irá quadruplicar nos próximos 50 anos, em decorrência do aumento da expectativa de vida (CAMPOS et al., 2003).

A osteoporose é uma doença que pode atingir todos os ossos do corpo, fazendo com que fiquem fracos e com possibilidade de quebrarem a mínimos esforços. É definida patologicamente como a diminuição absoluta da quantidade de osso e desestruturação da sua microarquitetura (CARNEIRO, 2010).

O risco de osteoporose depende tanto da massa óssea máxima alcançada nos anos da idade adulta jovem quanto do índice de perda da massa nas épocas posteriores. O pico de massa óssea geralmente não é alcançado antes de 30 anos e o estilo de vida é um importante determinante da probabilidade de desenvolver mais tarde osteoporose (LANZILLOTTI et al., 2003).

O cálcio é um nutriente importante para a ocorrência de várias funções biológicas e o consumo inadequado pode comprometer a formação ou a manutenção da massa óssea, o que pode aumentar o risco de apresentar osteoporose. As principais fontes de cálcio são o leite de vaca e derivados, sendo assim, indispensáveis para alcançar as recomendações diárias (ALMEIDA; MONTE; GARCIA, 2011).

Desta forma, objvou-se criar uma fonte alternativa para pacientes com diagnóstico de osteoporose através da elaboração de um produto de panificação enriquecido com cálcio, vitamina D e proteína, de forma que estes pacientes consigam consumir suas necessidades diárias recomendadas.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

Foi elaborado um tipo de biscoito doce enriquecido com leite em pó, no laboratório de Técnica Dietética da Universidade Franciscana (UFN), durante as aulas práticas da disciplina “Técnicas e Produtos de Panificação”, sendo o público alvo pacientes com diagnóstico de osteoporose.

A preparação foi elaborada de acordo com a formulação descrita na Tabela 1.

Ingredientes	Quantidade (g)
Leite em pó integral	240
Açúcar refinado	73
Farinha de trigo	46
Óleo de canola	25
Gema de ovo de galinha	53
Leite integral fluido	49
Fermento químico em pó	12

Tabela 1: Ingredientes utilizados para formulação do biscoito

Para o preparo do produto, primeiramente formam pesados todos os ingredientes de acordo com a receita. Após, todos os ingredientes foram misturados em batedeira doméstica em velocidade baixa adicionando o fermento químico em pó por último, até obtenção de uma massa homogênea.

A massa foi moldada, com as mãos levemente lubrificadas com óleo de canola, em forma de bolinhas e acondicionada em formas de teflon previamente untadas com óleo de canola e polvilhada com farinha de trigo. Foram levadas ao forno industrial pré-aquecido por 15 minutos a 220°C e assadas por 15 minutos.

Para o cálculo da informação nutricional foi utilizada a tabela de composição de alimentos nacionais (TACO, 2006). A informação nutricional foi expressa na porção indicada pela RDC 359/2003 (BRASIL, 2003a) e o percentual do valor diário de recomendação foi calculado usando as recomendações da RDC 360/2003 (BRASIL, 2003b), baseado numa dieta de 2.000kcal, onde a recomendação de cálcio é de 1.200mg (média para adulto), 5mcg de vitamina D e 2.400mg de sódio. Para repartição da porção, utilizou-se a RDC 263/2005 para rótulos de biscoitos, que segundo a ANVISA, a porção é classificada em 60g (BRASIL, 2005).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O biscoito doce enriquecido com leite em pó contém glúten e lactose, desta forma, não é recomendado para pacientes com intolerância à lactose e pacientes celíacos.

A receita apresentou rendimento de 29 unidades, sendo que cada uma apresentou em média 15g. As informações nutricionais do biscoito em 100g são apresentadas na Tabela 2.

Quantidade em 100g	
Valor Energético	873kcal
Carboidratos	18g
Proteínas	38g
Gorduras Totais	24g
Fibra Alimentar	0,05g
Cálcio	481mg
Vitamina D	3,5mcg
Sódio	481mg

Tabela 2: Informação nutricional em 100g do produto

Na Tabela 3, seguem as informações nutricionais da porção de 60g que inclui 04 unidades de biscoito.

Quantidade na Porção		*(% VD)
Valor Energético	295 kcal	15%
Carboidratos	11 g	4%
Proteínas	29 g	22%
Gorduras Totais	15 g	8%
Fibra Alimentar	Não contém	0%
Cálcio	337 mg	28%
Vitamina D	2,15 mcg	43%
Sódio	289 mg	12%

Tabela 3: Informação Nutricional da Porção: 04 unidades (60g)

De acordo com o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional indicada pela RDC 54/2012 (BRASIL, 2012), o produto desenvolvido apresenta alto conteúdo de vitamina D, pois apresenta valores acima do mínimo estabelecido (30% da IDR de referência) na porção de 100g do produto, no conteúdo absoluto. Ainda, pode-se dizer que este produto é fonte de cálcio por possuir mais de 15% da IDR de referência, valor mínimo estipulado para alimentos sólidos.

Diante disto, o produto mostrou resultados positivos. Em uma porção de 60g, como mostra na Tabela 3 acima, possui o necessário para suprir 28% do valor diário recomendado de cálcio, 43% de vitamina D e 22% de proteína. Sendo assim, este produto poderá auxiliar no tratamento da osteoporose e na prevenção, podendo ser indicado para crianças e adolescentes. Nos casos em que os pacientes fazem suplementação de cálcio, deve-se ter o cuidado para não ingerir além das suas recomendações devido ao risco de causar litíase e até mesmo outros malefícios à saúde. Vale ressaltar que apesar dos seus benefícios, o

produto elaborado apresenta em seu conteúdo alto teor de sódio.

A quantidade de cálcio no produto final é importante, mas a sua biodisponibilidade no organismo é fundamental para que o produto forneça quantidades adequadas do elemento ao consumidor. É fundamental que o cálcio seja não somente ingerido, mas também absorvido em quantidades adequadas para a realização das funções metabólicas (CASÉ et al., 2005).

Em relação a biodisponibilidade do cálcio, são responsáveis pela regulação dos níveis plasmáticos o hormônio da paratireóide (PTH), a vitamina D e a calcitonina. O PTH age diretamente nos rins e nos ossos e indiretamente no trato digestivo, regulando os níveis séricos de cálcio. Outra fonte que também interfere na biodisponibilidade é a fonte alimentar. Nos produtos lácteos a vitamina D e a lactose facilita a absorção no intestino, além do pH alcalino do leite (ALMEIDA; MONTE; GARCIA, 2011).

A presença de alguns componentes da alimentação pode interferir e até inibir a absorção de cálcio, principalmente quando a dieta não é balanceada. Fitatos, oxalatos e taninos, presentes em alimentos fonte de fibras, podem formar complexos insolúveis com o cálcio, reduzindo sua absorção, quando consumidos em grandes quantidades (SANTOS, 2006).

Além disso, o consumo de bebidas ricas em cafeína pode diminuir o ganho de massa óssea e aumentar a perda de cálcio urinário. Dietas ricas em sal também aumentam a excreção de cálcio pela urina e, os ácidos graxos formam sabões de cálcio aumentando a sua excreção pelas fezes e diminuindo o seu aproveitamento (SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA, 2011).

4 | CONCLUSÃO

O cálcio possui papel importante sobre a saúde óssea, sendo necessário o cuidado especial para atingir as recomendações diárias da ingestão desse nutriente juntamente com a vitamina D, que atua na sua absorção. Ainda, para a biodisponibilidade do cálcio, deve ser incentivado o consumo de dietas nutricionalmente equilibradas, pois estas medidas são fundamentais para a prevenção e para o tratamento da osteoporose.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.G.; MONTE, L.M.; GARCIA, P.P.C. Biodisponibilidade de cálcio numa dieta isenta de leite de vaca e derivados. Ensaios e Ciência. **Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.15, n.3, 2011.

BRASIL. **RDC 359/2003 da ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional, 2003a.

BRASIL. **RDC 360/2003 da ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional, 2003b.

BRASIL. **RDC 263/2005 da ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, 2005.

BRASIL. **RDC 54/2012 da ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional, 2012.

CAMPOS, L.M.A. et al. Osteoporose na infância e na adolescência. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v.79, n.6, 2003.

CASÉ, F. et al. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.86-91, 2005.

CARNEIRO, J.P.P.T. **DEXA (Densitometria): Diagnóstico e avaliação de risco na osteoporose**. Mestrado Integrado em Medicina (Reumatologia), 2010.

LANZILLOTTI, H.S. et al. Osteoporose em mulheres na pós-menopausa, cálcio dietético e outros fatores de risco. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, n.2, 2003.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA. **Osteoporose**. Cartilha para pacientes, 2011.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. São Paulo, 2006.

CAPÍTULO 4

ELABORAÇÃO DE MOUSSE COM REDUZIDO TEOR DE AÇÚCAR E ENRIQUECIDO COM POLIFENÓIS

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 31/05/2021

Marcele Leal Nörnberg
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/5679575922990788

Maria de Fátima Barros Leal Nörnberg
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/5959573150618842

Cristiana Basso
Universidade Franciscana (UFN), Curso de Nutrição
Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/2379685199895364

RESUMO: Atualmente existe demanda por produtos *diet*, em especial para quem precisa manter dietas restritivas ao açúcar, como é o caso de pacientes com diagnóstico ou risco de diabetes, ou mesmo para indivíduos preocupados em manter hábitos alimentares saudáveis. Assim, objetivou-se elaborar e avaliar a aceitabilidade de uma mousse de chocolate *diet*, com reduzido teor de açúcar e enriquecido com polifenóis pelo emprego de chocolate com 70% de cacau. O produto foi elaborado e avaliado em restaurante comercial de Santa Maria - RS, exposto em *buffet* de sobremesa, durante estágio em Serviço de Alimentação da Universidade Franciscana (UFN). A preferência por esta sobremesa foi, aproximadamente, 10 vezes maior quando comparada as demais, sendo uma alternativa viável para atender as recomendações nutricionais de quem precisa manter dietas restritivas ao açúcar, bem como para oferta em restaurantes comerciais.

PALAVRAS - CHAVE: Cacau; Diabetes Mellitus; Polifenóis; Produto *Diet*, Tecnologia de Alimentos.

MOUSSE PREPARATION WITH REDUCED SUGAR CONTENT AND ENRICHED WITH POLYPHENOLS

ABSTRACT: Currently there is a demand for diet products, especially for those who need to maintain sugar-restricted diets, as is the case with patients diagnosed or at risk of diabetes, or even for individuals concerned with maintaining healthy eating habits. Thus, the objective was to elaborate and evaluate the acceptability of a diet chocolate mousse, with low sugar content and enriched with polyphenols by the use of chocolate with 70% cocoa. The product was prepared and evaluated in a commercial restaurant in Santa Maria - RS, exposed in a dessert buffet, during an internship in Food Service at the Franciscan University (UFN). The preference for this dessert was approximately 10 times greater when compared to the others, being a viable alternative to meet the nutritional recommendations of those who need to maintain sugar-restricted diets, as well as for offer in commercial restaurants.

KEYWORDS: Cocoa; Diabetes Mellitus; Polyphenols; Diet product, Food Technology.

1 I INTRODUÇÃO

Os consumidores cada vez mais procuram produtos saudáveis. Na esteira dessa tendência mundial cresce o consumo de produtos *diet*, indicados para quem precisa manter dietas restritivas ao açúcar ou está preocupado em manter hábitos alimentares saudáveis (DADAMOS, 2013).

Em muitos países a prevalência de diabetes mellitus tipo 2 (DM) tem se elevado vertiginosamente e espera-se um incremento ainda maior. Nos países em desenvolvimento há uma tendência de aumento na frequência em todas as faixas etárias, especialmente nas mais jovens, cujo impacto negativo sobre a qualidade de vida e a carga da doença aos sistemas de saúde é imensurável (SARTORELLI; CARDOSO, 2006).

Os alimentos especialmente formulados (dietéticos ou *diet*) são classificados como alimentos para dietas com restrição de nutrientes e para os alimentos exclusivamente empregados para controle de peso, ou ainda para atender às necessidades de pessoas com distúrbios no metabolismo de açúcares (sacarose, frutose e/ou glicose). Nestes casos, devem conter no máximo 0,5 g de sacarose, frutose e/ou glicose por 100 g ou 100 mL do produto final a ser consumido (RICHTER; LANNES, 2007).

Dessa forma, com base nos dados acima e levando em consideração que há uma grande demanda por produtos destinados a consumidores com diagnóstico ou risco de diabetes é relevante o desenvolvimento de produtos que atendam estas premissas.

Assim, seguindo esta tendência mundial, objetivou-se avaliar a aceitabilidade de uma mousse de chocolate *diet,* com reduzido teor de açúcar e enriquecido com compostos fenólicos decorrentes do uso de chocolate com 70% de cacau.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante estágio de Serviço de Alimentação da Universidade Franciscana (UFN). Para desenvolvê-lo, foi elaborado uma mousse de chocolate *diet*, e distribuído para os comensais em um *buffet* a quilo, em restaurante comercial da região central de Santa Maria - RS.

A preparação foi elaborada de acordo com a formulação descrita na Tabela 1.

Ingredientes	Quantidade (g)
Clara de ovo de galinha	240
Sucralose	60
Chocolate amargo 70% cacau	750
Creme de leite	1.200

Tabela 1: Ingredientes utilizados para formulação da mousse

Para o preparo do produto primeiramente, foram pesados todos os ingredientes de acordo com a receita. Após, as claras foram cozidas e batidas em neve juntamente com a sucralose em batedeira doméstica até formar merengue. Em seguida, foi adicionado o creme de leite e o chocolate amargo (70% de cacau) previamente derretido em forno micro-ondas. Misturados todos os ingredientes, a mousse foi colocada em câmara fria sob refrigeração a 4ºC por 12 horas e então distribuída para consumo no dia seguinte ao preparo.

Para avaliar o consumo das sobremesas *diet* distribuídas no local, durante três dias pesou-se antes e após o almoço as sobremesas já existentes no cardápio do restaurante, obtendo-se o valor do consumo pela subtração dos resultados. No quarto dia distribuiu-se o produto elaborado denominado "mousse de chocolate *diet*", onde se realizou os mesmos procedimentos.

A informação nutricional do produto foi calculada com base na tabela brasileira de composição dos alimentos (TACO, 2011) para clara de ovo e creme de leite. Já para o chocolate amargo (70% cacau) e para sucralose, utilizou-se as informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos. Também, calculou-se o custo da preparação com base nos valores dos produtos praticados no comércio local, descritos na Ficha Técnica elaborada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1, encontra-se a Ficha Técnica da preparação onde está descrito o custo para preparação total e da porção, o perfil nutricional, o rendimento e o modo de preparo.

Segundo Vasconcellos, Cavalcanti e Barbosa (2002), a Ficha Técnica de Preparo (FTP) é um instrumento gerencial de apoio operacional, pelo qual se faz o levantamento dos custos, a ordenação do preparo e o cálculo do valor nutricional da preparação, sendo, portanto, útil para subsidiar o planejamento de cardápio. As fichas técnicas de preparação, desde que concebidas de forma adequada, fornecem informações e instruções claras, que orientarão a forma e o uso dos produtos, equipamentos e utensílios, passo a passo, no processo de elaboração, e permitirão a racionalização na área de produção.

Além disso, a padronização do processo de produção de refeição beneficia o trabalho do nutricionista, facilitando o treinamento de funcionários, eliminando a interferência por dúvidas e facilitando o planejamento do trabalho diário. Para o funcionário, esta padronização facilita a execução de tarefas sem a necessidade de ordens frequentes, além de propiciar mais segurança no ambiente de trabalho (AKUTSU et al., 2005).

MOUSSE DE CHOCOLATE *DIET* Categoria: Sobremesa			
Ingredientes	Medida Caseira	Quantidade (g) - PL	Custo (R$)
Clara de ovo de galinha	9 unidades	240	3,67
Sucralose	6 colheres de servir	60	4,90
Chocolate amargo 70% cacau	¾ do pacote	750	26,17
Creme de leite	6 caixas	1.200	14,70
Modo de preparo: Coloque as claras para cozinhar por alguns minutos. Bata-as juntamente com a sucralose em uma batedeira até formar merengue. Adicione o creme de leite e o chocolate amargo 70% cacau previamente derretido e misturados. Guardar sob refrigeração em câmara fria com temperatura entre 0ºC a 4ºC.			Custo total: 49,44 Custo per capita: 1,41
Tempo de preparo: 1h e 30' Rendimento: 1 vasilha (2.794 g) Porção: 35 porções de 79,83 g		Funcionários envolvidos no processo: Cozinheira.	
Perfil Nutricional da preparação: Valor Calórioco Total: 7.134,8 Kcal Valor Calórico da Porção: 203,85 Kcal (3,7g de proteína, 11g de glicídio e 16,12g de lipídio) Glicídio: 21,6 % Proteína: 7,3 % Lipídio: 71,1 %			

Quadro 1: Ficha Técnica da Preparação

Na Tabela 2, encontra-se o tipo de sobremesa distribuída, o peso distribuído, o peso da sobra, o peso do consumo, o percentual de sobra e de consumo a partir do que fora produzido e distribuído.

Sobremesa	Peso distribuído (g)	Peso da sobra (g) (% sobra)	Peso do consumo (g)	Percentual consumido (%)
Mousse *diet* de morango	1.360	1.212 (89,11%)	148	10,89%
Mousse *diet* de café	840	686 g (81,66%)	154	18,34%
Iogurte com nozes *diet*	898	751 g (83,63%)	147	16,37%
Mousse de chocolate *diet*	2.794	1.674 g (59,91%)	1.120	40,09%

Tabela 2: Consumo das sobremesas *diet* em estudo distribuídas no restaurante.

De acordo com o quadro acima, pode-se observar que o produto elaborado obteve uma grande aceitabilidade pelos consumidores. Se comparado aos demais produtos, a preferência por esta sobremesa foi, aproximadamente, 10 vezes maior. Ainda, o percentual consumido, calculado pelo que fora produzido também foi superior (no mínimo 20%) se comparado com as demais sobremesas diariamente oferecidas aos clientes do estabelecimento em questão.

A seleção de alimentos é uma função complexa de preferências por características sensoriais (gosto, odor, textura), combinada com a influência de fatores não sensoriais como expectativa e atitudes relacionadas ao alimento, apelo à saúde, preço e contexto, entre outros (MELA, 1999).

A maioria dos consumidores associaram esses produtos como sendo de baixo valor calórico e, consequentemente, saudáveis, sem que, soubessem por que são diferentes uns dos outros. Todavia, em relação aos benefícios do produto elaborado, estudos mostram que o cacau, e assim, seus produtos derivados como o chocolate, podem ser considerados alimento funcional conferindo efeitos benéficos à saúde devido à existência de componetes intrínsecos como polifenóis (COENTRÃO, 2005).

Ainda, o chocolate contém também o aminoácido triptofano, precursor direto da serotonina. Essa desempenha um importante papel no sistema nervoso, com diversas funções, como a liberação de hormônios, regulação do sono, temperatura corporal, apetite, humor, atividade motora e funções cognitivas, ajudando a combater a ansiedade e depressão (FEIJÓ; BERTOLUCI; REIS, 2010).

Levando em consideração o fato de que o chocolate amargo possui alto teor de cacau, e baixo teor de leite e de açúcar, isto o leva a ser considerado um alimento balanceado, devido ao teor de proteínas, carboidratos, lipídios, sais minerais e vitaminas (CAMPOS; BENEDET, 1994).

O chocolate amargo contém maior quantidade de flavanóis – 951mg em 40g – enquanto o chocolate ao leite contém – 394mg em 40g (ENGLER et al., 2004). Uma dieta rica em flavanóis antioxidantes pode reduzir a resistência à insulina através da melhora da biodisponibilidade do óxido nítrico (NO). Grassi et al. (2008) através deste conceito demonstraram redução da resistência à insulina em pacientes com hipertensão arterial primária após 15 dias de consumo diário de 100g de chocolate rico em flavonóides.

Em pacientes hipertensos com tolerância à glicose diminuída, o chocolate amargo rico em flavonóides não somente reduz a pressão arterial, como também melhora a função endotelial, a sensibilidade à insulina e função das células β (GRASSI et al., 2008).

Por fim, a sucralose utilizada no preparo do produto em questão não prejudica o controle glicêmico de pacientes diabéticos. Seu poder adoçante, 600 vezes maior do que o açúcar, porém isento de calorias e possui grande estabilidade, tanto térmica como química. Grande parte do produto ingerido não é metabolizado, a pequena quantidade absorvida é excretada por meio da urina (TORLONI et al., 2007).

4 I CONCLUSÃO

A mousse *diet*, elaborada com reduzido teor de açúcar, com emprego de sucralose e enriquecida com polifenóis pelo emprego de chocolate com 70% de cacau, apresentou aceitação cerca de 10 vezes superior as demais sobremesas *diet*, sendo uma alternativa viável para atender as recomendações nutricionais de quem precisa manter dietas restritivas ao açúcar, bem como para oferta em restaurantes comerciais.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, R.C. et al. A ficha técnica de preparação como instrumento de qualidade na produção de refeições. **Revista de Nutrição**, v.18, n.2, p.277-279, 2005.

CAMPOS, C.M.T.; BENEDET, H.D. Aceitabilidade de bombons (sabor passas ao rum) recheio adicionado de proteína de soja. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.113-119, 1994.

COENTRÃO, P.A.M. **Avaliação de três técnicas de isolamento de polifenóis: Aplicação em amostras de chocolate meio amargo**. Dissertação (mestrado em Química), Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2005.

DADAMOS, T.R.L. **Desenvolvimento de uma superfície bifuncional Pt/Au modificada com glicose oxidase para determinação de glicose em amostras alimentícias.** Dissertação (mestrado em Química), Universidade de São Paulo – Instituto de Química de São Carlos, 2013.

ENGLER, M.B. et al. Flavonoid-rich dark chocolate improves endothelial function and increases plasma epicatechin concentrations in healthy adults. **Journal of the American College of Nutrition**. v.3, p.197–204, 2004.

FEIJÓ, F.M.; BERTOLUCI, M.C.; REIS, C. **Serotonina e controle hipotalâmico da fome: uma revisão**. Dissertação (mestrado em Medicina), Ciências Médicas pela UFRGS, Porto Alegre – RS, 2010.

GRASSI, D. et al. Blood pressure is reduced and insulin sensitivity increased in glucose-intolerant, ypertensive subjects after 15 days of consuming high-polyphenol dark chocolate. **Journal of Nutrition**. v.138, p.1671–1676, 2008.

MELA, D.J. Symposium on ‘Functionality of nutrients and behaviour’: Food choice and intake: the human factor. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, n.3, p.513-521, 1999.

RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. Bombom para dietas especiais: avaliação química e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.193-200, 2007.

SARTORELLI, D.S.; CARDOSO, M.A. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: Evidências epidemiológicas. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n.3, p.415-426, 2006.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2011.

TORLONI, M.R. et al. O uso de adoçantes na gravidez: uma análise dos produtos disponíveis no Brasil. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v.29, n.5, p.267-75, 2007.

VASCONCELLOS, F., CAVALCANTI, E., BARBOSA, L. **Menu: como montar um cardápio eficiente**. 1 ed. São Paulo: Roca, 2002. 70p.

CAPÍTULO 5

ADIÇÃO DE NUTRIENTES EM CHOCOLATE – MINI REVISÃO

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Beatriz Lopes de Sousa
Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo
São Paulo – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3435712808718676

Suzana Caetano da Silva Lannes
Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo
São Paulo – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2988634049584035
https://orcid.org/0000-0002-4481-7376

RESUMO: A presença dos desfalques nutricionais na alimentação dos indivíduos atualmente pode gerar malefícios no desenvolvimento deles. Uma solução é realizar a fortificação de alimentos com nutrientes por meio da microencapsulação, por exemplo, através do método de *spray drying*, resultando em produtos funcionais atrativos para os consumidores, especialmente no sistema alimentício chocolate. Com base nos artigos, livros e páginas da web selecionadas observou-se que diversos perfis de consumidores colaboram com o aumento do investimento relacionado à ampliação do desenvolvimento de novas formulações de chocolate através da técnica de *spray drying*. Destacamos as oportunidades e desafios em relação ao consumo de chocolates nutricionais.

PALAVRAS - CHAVE: Alimentação; fortificação de alimentos; microencapsulação; *spray drying*; cacau.

ADDITION OF NUTRIENTS IN CHOCOLATE – MINI REVIEW

ABSTRACT: The presence of nutritional shortage in food of individuals nowadays can bring harm in their development. One solution is to realize the food fortification with nutrients by microencapsulation, for example, using the *spray drying* method, resulting in attractive functional products for consumers, especially in the chocolate food system. Based in selected articles, books, and webpages, it was observed that many consumers profile collaborated with investment increase related to development extension of new chocolate formulations by *spray drying* technique. We highlighted the opportunities and challenges regarding the consumption of nutritional chocolates.

KEYWORDS: food fortification; microencapsulation; *spray drying*; cocoa.

1 I INTRODUÇÃO

Devido a correria do dia a dia imposta principalmente nas áreas urbanas, há uma grande busca por uma alimentação rápida e prática, visando ganhar tempo para a realização de outras tarefas, como por exemplo o trabalho (BALEM, 2017). Além disso, atualmente, em razão ao distanciamento social, uma das medidas

de contenção mais eficazes para a prevenção da pandemia de COVID-19, levou muitos indivíduos a aderirem o consumo de alimentos não saudáveis (MALTA, 2020). Segundo o estudo “Distanciamento social, o sentimento de tristeza e estilos de vida da população brasileira durante a pandemia de COVID-19” publicado no ano de 2020, o consumo de alimentos não saudáveis aumentou ao longo desse tempo, tendo um aumento considerável no consumo de congelados e no consumo de “salgadinhos de pacote”. Estes alimentos por serem melhores no quesito conservação e praticidade, tornam-se assim mais procurados, já que se evita sair em excesso durante o período de pandemia para comprar alimentos em estabelecimentos, como supermercados, reduzindo a possibilidade de contaminação com o vírus (MALTA, 2020; OLIVEIRA, ABRANCHES e LANA, 2020; FERNANDEZ et al., 2020). Esse hábito adquirido por muitos da população causa déficits nutricionais na alimentação nas diferentes faixas etárias da vida, o que gera um impacto direto na saúde podendo gerar problemas futuros que influenciarão negativamente no desenvolvimento do indivíduo, como a anemia, causada por falta de ferro, ácido fólico e vitamina B12 ou então a baixa energia e cansaço constante, gerados pela falta de carboidratos, dentre outros problemas (NEKEL, 2013; ALMEIDA, 2017).

Com base nesse cenário atual uma forma de suprir esses déficits gerados pela a alimentação é através de alimentos fortificados que sejam atrativos e que ofereçam benefícios a saúde destes consumidores concomitantemente (MARQUES, et al., 2012; AGIBERT, LANNES, 2018; YAMASAKI, 2020; FERNANDEZ et al., 2020).

Esses alimentos podem ser enriquecidos através da microencapsulação dos nutrientes de interesse pelo método de secagem por *spray*, no qual os nutrientes podem ser inseridos no alimento, durante o processo de produção, resultando em um produto fortificado estável e sem mudanças significantes em suas características originais, como a cor, dureza, sabor, odor entre outros e que possua um baixo custo (VELLOZO e FISBERG, 2010; MARQUES, et al., 2012; AGIBERT, LANNES, 2018; SILVA, K. C. 2018). Gerando assim, um alimento saudável, atrativo e funcional, suprindo as necessidades dos consumidores (FADINI, 2020; YAMASAKI, 2020).

Neste trabalho o alimento escolhido para abordagem sobre enriquecimento é o chocolate, sendo muito apreciado e possui uma grande popularidade no mundo inteiro (REIS, 2020).

De acordo com um estudo realizado em 2017, a Suíça lidera o consumo per capta anual de chocolate tendo um consumo de 8,8 kg, seguido pela Áustria com um consumo de 8,1 kg, Alemanha 7,9 kg, Reino Unido 7,6 kg, Suécia 6,6 kg, Bélgica 5,6 kg, Rússia 4,8 kg, Estados Unidos 4,4 kg, França 4,3 kg, Brasil 1,2 kg, Japão 1,2 kg e China 0,1 kg (NIALL, 2021).

No Brasil, entre janeiro e setembro de 2020, a taxa de entrada da categoria de chocolates nos lares brasileiros foi de 90,1%, segundo pesquisa realizada pelo Instituto Kantar, encomendada pela Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e

Balas (Abicab) (SUDRÉ, 2021).

Além de sua popularidade mundial, o chocolate se apreciado com moderação, com seus nutrientes, pode trazer benefícios decorrentes de seus flavonoides e polifenóis, que atuam como antioxidantes, além de possuir alto valor energético (GENOVESE, LANNES, 2010; LANNES, 2016; CARVALHO, ROMOFF, LANNES, 2018; REIS, 2011).

2 I METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através das seguintes bases de dados: Google, Google Scholar, Scielo e Science Direct. Os termos utilizados foram (alimentos fortificados; chocolate; *spray drying*; alimentação; microencapsulação; deficiência nutricional) encontrados tanto em língua portuguesa quanto em língua inglesa, onde os principais artigos selecionados possuem data de publicação entre o período de 2001 a 2021.

3 I REVISÃO

3.1 Alimentos fortificados

A indulgência saudável, *healthy indulgence* do inglês, gera o sentimento de prazer nos consumidores, através do consumo desses alimentos que são saborosos e saudáveis ao mesmo tempo. Há um crescimento pela busca por alimentos funcionais que possuem essas características citadas anteriormente, devido ao aumento de consumidores conscientes ao longo dos anos (CUOZZO, 2019; GIULIANI, 2020).

Mesmo com os diversos benefícios apresentados em relação ao chocolate, a fortificação de um produto como esse só traria vantagens ao consumidor, podendo aumentar suas características funcionais, trazendo vantagens à saúde, reduzindo ou erradicando deficiências nutricionais, tornando-se assim muito mais atrativo (ARABBI, 2001; HINNEH et al., 2019; STEPHANIE et al., 2019; PALHARES, 2020).

O enriquecimento do chocolate com nutrientes além de atrair os adultos conscientes, pode ser muito atraente para as crianças, as quais nesse momento inicial da vida precisam estar bem nutridas por uma alimentação adequada para ter um bom crescimento e desenvolvimento de uma vida saudável, evitando consequências para a vida futura da criança, como, por exemplo, dificuldade na aprendizagem (AMORIM, 2018; KANAMARLAPUDI, MUDDADA, 2019).

3.2 Vantagens dos alimentos fortificados às diferentes fases da vida

3.2.1 Infância

Uma alimentação saudável e variada deve ser incentivada desde o início da vida para que o indivíduo crie bons hábitos alimentares, evitando o consumo em excesso de

alimentos que podem ser prejudiciais à saúde (PEREIRA, MOREIRA, NUNES, 2020).

No entanto a alimentação na infância pode ser influenciada pelo perfil social e econômico em que a família da criança se encontra, gerando assim um risco para o desenvolvimento nutricional durante essa fase da vida (DANTAS, et al., 2020; ROCHA, 2020).

De acordo com o boletim do Estudo Nacional de Fortificação da Alimentação Complementar (ENFAC), com o título "Como prevenir a anemia e outras deficiências de nutrientes na infância" publicado em 2014 em conjunto com a Organização Mundial da Saúde (OMS), foi proposta a inserção de sachê de micronutrientes em pó na alimentação infantil, sendo o estudo realizado com crianças de 6 a 8 meses de idade atendidas em unidades básicas de saúde. Com base nessa pesquisa pode-se observar que a fortificação da alimentação reduziu os casos de anemia, houve uma diminuição nos déficits de vitamina A, ferro, redução de outros problemas de saúde, como, menores ocorrências de febre e chiado do peito e houve menos casos de insuficiência de vitamina E. Mostrando-se assim um bom método para a redução de deficiências nutricionais (CARDOSO, 2014).

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS Brasil, 2020) a deficiência de ferro, muito comum no mundo, além de causar anemia, em crianças com idade inferior a dois anos pode gerar danos irreparáveis ao desenvolvimento cerebral das crianças.

Diversos estudos realizados tanto no Brasil como em outros países demonstram que a fortificação com vários tipos de micronutrientes, com implementação em países carentes ou com grande desigualdade, pode reduzir esses déficits nutricionais causado pela alimentação defasada (CARDOSO, 2014).

3.2.2 Adolescência

A adolescência é o momento inicial da vida em que os indivíduos se tornam mais livres para escolher o que irão consumir ou não, por passarem mais tempo longe dos pais, seja saindo com os amigos ou então passando o tempo na escola. Isso para os adolescentes, pode parecer fantástico, porém isso dá brecha a alta inclusão de alimentos processados de baixo teor energético e com pouco ou nenhum caráter saudável em suas alimentações, acarretando uma série de problemas futuros, já que esse comportamento geralmente vem associado ao problema do sedentarismo, podendo gerar obesidade, carências nutricionais, entre outros problemas (COSTA et al., 2018; ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NA ADOLESCÊNCIA, 2019).

De acordo com o Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) realizado com cerca de 75 mil estudantes brasileiros de 12 a 17 anos, em escolas públicas e privadas, a cada três estudantes apenas um consome salada e a cada cinco apenas um consome pelo menos uma fruta por dia (BIZ, 2019).

Esses maus hábitos alimentares aumentam a ocorrência de obesidade nessa faixa etária. Essa doença crônica não transmissível (DCNT) ao longo dos anos está se tornando um dos problemas mais comuns mundialmente, afetando o desenvolvimento corporal e cognitivo destes indivíduos (PEREIRA, 2017; ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NA ADOLESCÊNCIA, 2019; DANTAS et al., 2020).

Com base nessa deficiência provocada pela falta da ingestão de alimentos variados, saudáveis e ricos em nutrientes que são necessários para o desenvolvimento, a inclusão de alimentos fortificados com micronutrientes, juntamente à prática de hábitos saudáveis, como a busca por uma vida mais ativa, através de esportes por exemplo, proporcionariam benefícios a esta faixa etária e seus anos futuros (ARABBI, 2001; SILVA et al., 2017; FIDENCIO, 2018).

3.2.3 Adultos

De acordo com o estudo "As transformações alimentares na sociedade moderna: a colonização do alimento natural pelo alimento industrial" publicado em 2017, atualmente os adultos, principalmente os que vivem no meio urbano tendem a consumir muitos alimentos rápidos, como alimentos congelados e comidas prontas compradas em estabelecimentos. Isto é devido a vida "agitada" e a cultura do imediatismo estabelecido nas últimas décadas, levando esses indivíduos a optarem por alimentos mais práticos e rápidos (BALEM et al., 2017; CARVALHO, 2020; COUTO et al., 2020).

Uma alimentação restrita a esses tipos de alimentos, processados e ultra processados, com pequena funcionalidade nutricional, pode gerar déficits de nutrientes necessários na saúde do indivíduo, além de haver a possibilidade de desenvolver doenças crônicas como a obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares entre outras adversidades (CARVALHO, 2020; KRAEMER, 2020).

O consumo de alimentos ultra processados é mais evidente em homens com menor grau de escolaridade, tornando esse público mais vulnerável a deficiências nutricionais (COUTO et al., 2020).

Com isso uma boa alternativa seria o investimento na produção de alimentos variados, práticos e funcionais para o consumo incluindo esses nutrientes os quais costumam estar ausentes nesses alimentos processados que são tão consumidos atualmente (BALEM, T. A. et al., 2017; MARKETSANDMARKETS, 2020).

3.2.4 +50 anos

Outro grupo que pode ser muito beneficiado através da fortificação de alimentos, é o de indivíduos com mais de cinquenta anos, pois após essa idade há a perda significante de massa muscular, interferindo na mobilidade e dificultando a realização de tarefas (YANAGA, 2020). Além disso, há a busca por manter a imunidade que se torna mais frágil

em idades mais avançadas, e administrar a alimentação visando o objetivo da redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares entre outras doenças crônicas que se tornam mais comuns em idosos (SILVA et al., 2020; FIGUEIREDO, A. E. B et al., 2021; SILVA et al., 2021).

Ao longo das décadas a expectativa de vida no mundo vem crescendo, isso deve-se a melhoria na saúde, infraestrutura e políticas públicas, possibilitando uma melhor qualidade de vida à população.

Segundo o IBGE a expectativa de vida da população brasileira no ano de 2019 teve um aumento chegando a 76,6 anos. Com esse aumento na expectativa de vida a população idosa tende aumentar, esse cenário pode ser observado tanto nos países desenvolvidos quanto nos países emergentes, como o Brasil (SOUSA, 2020).

Visando que a população mundial ao longo dos anos tende a envelhecer, ou seja a população mais velha torna-se maior em relação aos mais jovens, um foco maior nessa população será muito necessário para prover cada vez mais um melhor bem-estar para essas vidas (MORAES, 2018; SEABRA et al., 2019; SOUSA, 2020).

Uma oportunidade de prover essa melhoria na saúde dessa população mais velha é através da alimentação por novos produtos fortificados desenvolvidos com o objetivo de suprir deficiências biológicas. Essa fortificação pode ocorrer através da implementação de alguns componentes, como por exemplo a inclusão de vitaminas C e E, pois, elas possuem ação antioxidante, ajudando assim contra o envelhecimento (SANTOS, 2019; BEZERRA, et al., 2020; OLIVEIRA e JUNIOR, 2020; SANTOS, 2020). Ou então, o uso dos probióticos que atuam no fortalecimento da barreira intestinal (COSTA, S. A. L. et al. 2020; FIGUEIREDO, M. C. F. et al., 2020). As proteínas podem ser utilizadas como suplemento, já que uma dieta proteica à base de carnes reduz a disponibilidade de pró-oxidantes como o ferro (ANTONACCIO, 2021). Além destes citados anteriormente, existem outros ingredientes e vitaminas que podem trazer vantagens à saúde ao serem adicionados em alimentos para esses indivíduos com o estado nutricional comprometido (BENTO, et al., 2020; SILVA et al., 2020).

Atualmente, com os consumidores mais críticos em relação a composição dos alimentos, além do produto possuir um caráter natural, devendo suprir as necessidades dos consumidores das diferentes idades (BASSO, 2021a).

Segundo dados do Brasil *Food Trends* o mercado voltado a alimentação saudável possui uma expansão média de 12,3 % por ano, sendo uma boa área para se investir novos produtos (SEBRAE MINAS, 2018).

3.3 Chocolate

Com o mercado estável, a produção de alimentos com chocolate, incluindo o chocolate amargo, possui um rápido crescimento em diversos países, tornando-se um produto cada vez mais popular mundialmente, o que traz benefícios para a economia

nacional de diversos países, incluindo o Brasil (DWIJATMOKO et al. 2016).

De acordo com uma reportagem realizada por Gandra (2020), o Brasil é um dos maiores produtores de chocolate do mundo e exporta para 130 países.

Além disso, o consumo per capita de chocolate no Brasil no ano de 2019 foi de 2,6 kg, segundo a Associação Brasileira da Indústria de chocolates, Amendoim e Balas (ABICAB) (CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DO CACAU, 2020).

Existem diversos tipos de chocolate, onde os mais famosos são o chocolate branco, chocolate ao leite e chocolate amargo. (AFOAKWA, 2010; LANNES, 2016).

No entanto, o gosto mundial por barras de chocolate amargo se destaca devido seu sabor e efeitos funcionais, gerados pelos seus fenóis e flavonoides totais que estão em maior quantidade, devido a maior quantidade de cacau em sua composição, quando se compara com o chocolate branco, por exemplo (D'EL-REI e MEDEIROS, 2011; LANNES, 2016; PRASEPTIANGGA et al., 2019).

3.4 Valor nutricional do chocolate

O chocolate é produzido com cacau, açúcar ou algum substituinte que adoce o produto, podendo possuir em suas variações a adição de outros ingredientes, como leite ou derivados. A constituição do chocolate é um fator muito considerado pelos consumidores, porém um ponto determinante para definir a qualidade do chocolate é através dos parâmetros sensoriais do produto, como a aparência, textura, sabor e odor (AFOAKWA, 2010; HINNEH et al., 2019).

Este alimento pode promover energia rapidamente ao consumidor devido a presença de proteínas, carboidratos, gorduras e minerais (KOBUS-CISOWSKA et al., 2019). O que se destaca é o potencial antioxidante oriundo do cacau, pela presença de catequinas, um tipo de flavonoide, que auxilia na proteção da saúde contra os radicais livres, os quais são responsáveis por degenerar as células do organismo (BECKETT, 2004).

Com o foco na saúde consumidores preferem o chocolate amargo visando os benefícios funcionais deste tipo de chocolate, pois são demonstrados através de estudos que o consumo deste alimento pode reduzir a chance de desenvolver doenças cardiovasculares, por exemplo (BECKETT, 2004; AFOAKWA, 2010; D'EL-REI e MEDEIROS, 2011; LANNES, 2016; STEPHANIE et al., 2019). No chocolate Ruby, apresentado em 2017 como o quarto tipo de chocolate, além do branco, ao leite e ao chocolate amargo, as proantocianidinas do tipo A foram consideradas características desse chocolate (TUENTER et al., 2021).

3.5 Encapsulação – Secagem por *spray* (*spray drying*)

A encapsulação através da técnica de *spray drying* busca com um material encapsulante envolver partículas de uma emulsão que possui o material de interesse, após isso essa mistura passa por uma câmara de secagem, onde há um atomizador, promovendo a evaporação do líquido do agente encapsulante, resultando em um pó com a presença do

composto ativo (BAE e LEE, 2008; TONON et al., 2011; AGBERT, LANNES, 2018; SILVA, SOUSA, LANNES, 2020).

Essa técnica é muito utilizada, pois através dela pode-se utilizar vários tipos de materiais. É uma técnica simples, produz partículas uniformes, mantem a estabilidade do produto evitando a decomposição do material de interesse e o processo de produção é mais viável economicamente em comparação a outras técnicas, como a liofilização e a secagem a vácuo (SERVAT, et al., 2010; GHARSALLAOUI et al., 2012; ENCINA et al., 2016; LEE et al., 2018).

O mercado mundial voltado a equipamentos de *spray drying* possui um rápido crescimento no setor de alimentos e isso se alavancou durante a pandemia da COVID-19 no ano de 2020, devido à grande busca por alimentos processados e prontos para o consumo, além do aumento da área voltada ao desenvolvimento de novos produtos que visam enriquecer alimentos através de métodos de fortificação (FERNANDEZ et al., 2020; MARKETSANDMARKETS, 2020; BASSO, 2021b).

3.6 Chocolate como alimento funcional

Visando o objetivo de suprir carências nutricionais, a busca por uma alimentação mais saudável e funcional e a popularidade de chocolate e seus derivados, o investimento na formulação de produtos de chocolate fortificados com óleos, fibras e frutos e a busca pela substituição de ingredientes da formulação pode ser uma área promissora (AGIBERT, LANNES, 2018; SEBRAE MINAS, 2018; MARKETSANDMARKETS, 2020).

A adição de nutrientes presentes em óleos no chocolate pode gerar benefícios à saúde. Na pesquisa realizada por CANO et al. (2021) houve o enriquecimento de chocolate ao leite com óleo de semente de chia, o qual é rico em ômega 3, favorecendo ao produto um caráter mais saudável. Neste mesmo estudo, foi determinado o melhor encapsulante com base nas condições de pH encontradas em parte do sistema digestório, da boca ao intestino delgado, proporcionando assim um melhor transporte e absorção do óleo pelo organismo.

CARVALHO, ROMOFF, LANNES (2018) apresentaram chocolate ao leite com melhoramento das propriedades nutricionais pela inserção de couve e uva liofilizadas. AGBERT e LANNES (2018) microencapsularam óleo de amendoim alto oleico e adicionaram ao chocolate amargo para agregação das propriedades funcionais do óleo. SILVA, SOUSA, LANNES (2020) tiveram como objetivo gerar um chocolate como alimento funcional através da inserção de microcápsulas compostas por óleo de castanha do brasil e sulfato ferroso, devido suas características antioxidantes e ajuda ao fortalecimento do sistema imunológico, respectivamente, promovendo assim uma forma alternativa ao combate de deficiência de ferro.

Objetivando deixar a produção de chocolate mais barata PUCHOL-MIQUEL (2021) realizaram análises físico-químicas e sensoriais para avaliar a viabilidade de substituir o

licor de cacau por manteiga de cacau e massa de cacau, que possuem um menor custo quando comparados ao licor. Ainda trabalhando com manteiga de cacau e massa de cacau MERACHLI et al. (2021) realizaram a comparação entre chocolates do tipo ganache com esses dois diferentes tipos de gorduras, analisando as estabilidades e características de textura durante e pós formulação do produto.

Juntando o quesito econômico ao saudável ACAN et al. (2021) propõem a substituição parcial de açúcar e leite em pó na formulação de chocolate através da utilização de bagaço de uva seca do tipo Cabernet *Sauvignon*, após a introdução do bagaço a textura sofreu uma grande alteração, houve um aumento na quantidade de compostos fenólicos totais e a digestibilidade foi reduzida, visando a busca de um produto com melhor qualidade, uma opção é realizar alterações durante a pré-produção do chocolate.

Como forma de substituir parcialmente a utilização de manteiga de cacau LI, LIU, LIN (2021) prepararam chocolates com baixo teor de gordura saturada substituindo 50 g / 100 g de manteiga de cacau por três oleogéis (estearato monoglicérico, β-sitosterol + lecitina e oleogel de etilcelulose). Após o armazenamento das amostras, foram analisados os seguintes parâmetros: brancura, dureza, comportamento térmico e polimorfismo, onde o chocolate com adição de β-sitosterol e lecitina ficou menos esbranquiçado ao longo do tempo em comparação às outras amostras, mas de modo geral todas as amostras possuíram uma redução do grau de saturação e alta estabilidade física e ao *fat bloom* durante armazenamento.

Com isso, observa-se algumas das várias possibilidades de inovação no desenvolvimento de chocolates, proporcionando benefícios à saúde, economicamente e propiciando um aumento na diversidade de alimentos funcionais (MARQUES, et al., 2012; PALHARES, 2020; YAMASAKI, 2020).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se perceber que grande parte da população, de diferentes faixas etárias e dos mais variados estilos de vida, possui uma alimentação deficiente, muitas vezes promovidos pelos maus hábitos alimentares. Contudo, pode-se observar o aumento da população que busca suprir essas carências nutricionais através da alimentação, visando um futuro melhor no quesito de saúde. O chocolate, alimento mundialmente conhecido, pode servir como veículo no fornecimento de compostos bioativos, pelos seus próprios benefícios, bem como pelos componentes funcionais que podem ser adicionados à formulação por meios distintos, como as técnicas de micro e nano encapsulação, que possuem uma grande perspectiva de crescimento na indústria, tendo em vista o aumento pela busca de alimentos processados e desenvolvimento de novos produtos.

REFERÊNCIAS

ACAN, B. G. et al. Effect of grape pomace usage in chocolate spread formulation on textural, rheological and digestibility properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 138, p. 110451, 2021.

AFOAKWA, E. O. **Chocolate science and technology**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.

AGIBERT, S. A. C; LANNES, S. C. S. Dark chocolate added with high oleic peanut oil microcapsule. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.98, p. 5591–5597, 2018.

Alimentação Saudável na Adolescência. Programa de Assistência à saúde desde 1992 PAS-UFMS, Campo Grande – MS, 06 de maio de 2019. Disponível em: https://pas.ufms.br/site/alimentacao-saudavel-na-adolescencia/#.YD5DjGhKjIV. Acesso em: 02 de março de 2021.

ALMEIDA, G. **Pouco carboidrato, muita controvérsia**. O Cienc. Cult., São Paulo, v. 69, n. 4, p. 18-19, out. 2017. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252000400007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 09 de março de 2021. http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602017000400007.

AMORIM, P. S. **A Relevância da merenda escolar na aprendizagem dos educandos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ANTONACCIO, C. **Ingrediente da longevidade em produtos alimentícios.** BHB Foods e suplementos, 18 de fevereiro de 2021. Disponível em: https://bhbfood.com/opiniao/ingredientes-da-longevidae-em-produtos-alimenticios?utm_campaign=bhb_material_rico_-_fev_1&utm_medium=email&utm_source=RD+Station. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

ARABBI, P. R. **Alimentos funcionais-aspectos gerais**. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, p. 87-102, 2001.

BAE, E.K.; LEE, S.J. **Microencapsulation of avocado oil by spray drying using why protein and maltodextrin**. Journal Microencapsulation. v. 25 (8), p. 549–560, 2008.

BALEM, T. A. et al. **As transformações alimentares na sociedade moderna: a colonização do alimento natural pelo alimento industrial**. ESPACIOS, v. 38 (nº 47), p. 5, 2017. https://www.revistaespacios.com/a17v38n47/a17v38n47p05.pdf

BASSO, S. M. **O Iceberg da Naturalidade**. BHB Food e suplementos, 2021a. Disponível em: https://bhbfood.com/opiniao/o-iceberg-da-naturalidade?utm_campaign=bhb_material_rico_-_fev_1&utm_medium=email&utm_source=RD+Station. Acesso em: 26 de fevereiro de 2021.

BASSO, S. M. **Oportunidades no mercado de Suplementos Alimentares**. BHB food e suplementos, 2021b. Disponível em: https://bhbfood.com/blog/oportunidades-no-mercado-de-suplementos-alimentares?utm_campaign=603e418d97acb07aad6cbadc&utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=article1-60381ba59ba3c162e331d189. Acesso em: 4 de março de 2021.

BECKETT, S. T. **THE SCIENCE OF CHOCOLATE**. RSC Paperbacks. The Royal Society of Chemistry, 2004.

BENTO, Isabel Cristina et al. **Fatores contextuais e individuais, hipertensão arterial e uso de medicamentos para doenças crônicas entre idosos: pesquisa nacional de saúde (2013)**, 2020. Tese de Doutorado.

BEZERRA, I. D.; FERREIRA, R. M. M.; PEIXOTO, M. C. M.; PLÁCIDO, R. G.; FAVARETO, R.; MONTEIRO, L. B.; CABRAL, E. F.; GUERRA, I. C. **Suplementação combinada de vitamina C e E para redução do risco de doenças**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e603996088, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.6088. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6088. Acesso em: 11 de março de 2021.

BIZ, M. **Adolescentes: Como está a alimentação dos jovens no Brasil**. Veja Saúde, 2019. Disponível em: https://saude.abril.com.br/familia/adolescentes-como-esta-a-alimentacao-dos-jovens-no-brasil/. Acesso em: 27 de fevereiro de 2021.

CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DO CACAU. Abicab, associação brasileira da indústria de chocolates, amendoim e balas, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/cacau/2020/48a-ro-1/apresentacao-abicab.pdf. Acesso em: 3 de fevereiro de 2021.

CANO, J. S. A. et al. **Formulation of a responsive in vitro digestion wall material, sensory and market analyses for chia seed oil capsules**. Journal of Food Engineering, v. 296, p. 110460, 2021.

CARDOSO, M. A. et al. **Como prevenir a anemia e outras deficiências de nutrientes na infância**. Boletim ENFAC. 2014. Disponível em: <div><div>ENFAC. Nas últimas décadas, inúmeras estratégias de. Como prevenir a anemia e outras deficiências de nutrientes na infância</div><div><iframe frameborder="0" style="border-bottom: 2px solid #eee; border-top: 0px;" scrolling="no" src="http://docplayer.com.br/docview/26/8403542/" width="728" height="1040" allowfullscreen></iframe></div></div>.

CARVALHO J C S, ROMOFF P, LANNES S C S. **Improvement of nutritional and physicochemical proprieties of milk chocolates enriched with kale (Brassica olereacea var. acephala) and grape (Vitis vinífera)**. Food Science and Technology, v. 38, p. 551-560, 2018.

CARVALHO, V. N. de, COUTO, A. N., VITIELLO, I. P., SEVERGNINI, C., & POHL, H. H. **Consumo de alimentos processados/ultraprocessados e in natura por adultos e sua relação com o estado nutricional**. RBONE - Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento, 14(84), 66-72, 2020. Disponível em: http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1172.

Como empreender no mercado de alimentação saudável. Blog: SEBRAE MINAS, 2018. Disponível em: https://sebraemg.com.br/blog/como-empreender-no-mercado-de-alimentacao-saudavel/. Acesso em: 11 de março de 2021.

COSTA, C. S. et al. **Comportamento sedentário e consumo de alimentos ultraprocessados entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE)**, 2015. Cadernos de Saúde Pública [online]. 2018, v. 34, n. 3, e00021017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00021017>. Acesso em: 10 de março de 2021.

COSTA, S. A. L. et al. **Uso de probióticos no tratamento de pacientes com síndrome do intestino irritável**. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 4, p. 11047-11060, 2020.

COUTO, G. E. et al. **Percepção sobre o consumo de alimentos ultraprocessados e seus riscos à saúde humana**. ConBRepro Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2020.

CRELIER, C. **Expectativa de vida dos brasileiros aumenta 3 meses e chega a 76,6 anos em 2019**. Agência de Notícias IBGE, 2020. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/notiacias/29505-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumenta-3-meses-e-chega-a-76-6-anos-em-2019. Acesso em: 11 de março de 2021.

CUOZZO, M. **The media discussion around the evolution of meanings, drivers and consequences of the indulgent consumption in the food industry: the rise of the healthy indulgence**. Libera Università Internazionale degli Studi Sociali, Itália, 2019.

DALA-PAULA, B. M., DEUSB, V. L., TAVANOA, O. L., GLORIA, M. B. A. ***In vitro* bioaccessibility of amino acids and bioactive amines in 70% cocoa dark chocolate: What you eat and what you get**. Food Chemistry, v.343, May 1, 128397, 2021.

DANTAS, C. A.; ALBUQUERQUE, S. V. M.; CAVALCANTI, R. A. S. **Associação entre estado nutricional e perfil socioeconômico em crianças de Recife, Pernambuco**. Revista Saúde-UNG-Ser, v. 14, n. 1/2, p. 08-15, 2020.

DANTAS, J. C. et al. **Qualidade de vida relacionada à saúde de adolescentes com excesso de peso**. RBONE-Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento, v. 14, n. 85, p. 241-250, 2020.

D'EL-REI, J.; MEDEIROS, F. **Chocolate e os benefícios cardiovasculares**. Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto, v. 10, n. 3, 2011.

DWIJATMOKO, M. I.; PRASEPTIANGGA, D.; MUHAMMAD, D. R. A. **Effect of cinnamon essential oils addition in the sensory attributes of dark chocolate**. Nusantara Bioscience, v. 8 (2), p. 301–305, 2016. https://doi.org/10.13057/nusbiosci / n080227

ENCINA, C.; VERGARA, C.; GIMÉNEZ, B.; OVARZÚN-AMPUERO, F.; ROBERT, P. **Conventional spray-drying and future trends for the microencapsulation of fish oil**. Trends in Food Science and Technology, v. 56, p. 46–60, 2016. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.014.

FADINI, A. L. **Innovative microencapsulation strategy for addition of functional ingredients in processed foods: Estratégia inovadora em microencapsulação para inserção de ingredientes funcionais em alimentos processados**. 2020. 1 recurso online (241 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/347261. Acesso em: 9 de março de 2021.

FERNANDEZ, A.; AGNETTI, C.; BAEZ, J.; LANNES, S. C. S.; MEDRANO, A. **La importancia de los alimentos en tiempos de COVID-19 Dietas adecuadas pueden disminuir la incidencia de los principales factores de riesgo**. La Alimentacion Latinoamericana, v. 349, p. 6-23, 2020.

FIDENCIO, J. et al. **Associação entre estado nutricional, horas de consumo de tela e de atividade física em adolescentes**. RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, v. 12, n. 72, p. 535-541, 2018.

FIGUEIREDO, A. E. B.; CECCON, R. F.; FIGUEIREDO, J. H. C. **Doenças crônicas não transmissíveis e suas implicações na vida de idosos dependentes**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 26, p. 77-88, 2021.

FIGUEIREDO, M. C. F. de; ARAÚJO, D. S.; NASCIMENTO, J. M. F. do; MOURA, F. V. P. de; SILVA, T. R.; BARROS, F. D. D.; MEDEIROS, S. R. A.; OLIVEIRA, V. A. de; SOUSA, A. C. P.; PEREIRA-FREIRE, J. A. **Efeitos dos probióticos sobre a microbiota intestinal e metabolismo de idosos**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 4, p. e133942969, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i4.2969. Disponível em: https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2969. Acesso em: 11 de março de 2021.

GANDRA, A. **Industria de chocolate mantém otimismo, apesar da pandemia**. Agência Brasil, 2020. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-07/industria-de-chocolate-mantem-otimismo-apesar-da-pandemia. Acesso em: 2 de fevereiro de 2021.

GENOVESE, M. I., LANNES S. C. S. **Comparison of total phenolic content and antiradical capacity of powders and "chocolates" from cocoa and cupuassu**. Food Science and Technology. v. 29, n.4, p. 810-814, 2010.

GHARSALLAOUI, A., ROUDAT, G., BENEY, L., CHAMBIN, O., VOILLEY, A., SAUREL, R. (2012). **Properties of spray-dried food flavours microencapsulated with two-layered membranes: Roles of interfacial interactions and water**. Food Chemistry, v.132, p. 1713-1720, 2012. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.028

GIULIANI, C. S. et al. **Desenvolvimento de bolo funcional de beterraba**. Análise, v. 5, n. 5g, p. 5g, 2020.

HINNEH, M. et al. **Applicability of the melanger for chocolate refining and Stephan mixer for conching as small-scale alternative chocolate production techniques**. Journal of Food Engineering, v. 253, p. 59-71, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.02.016

KANAMARLAPUDI S. L. R. K.; MUDDADA S. **Aplication of food-grade microorganisms for addressing deterioration associated with fortification of food with trace metals**. International Journal of Food Properties, v. 22: 1, p. 1146-1155, 2019. DOI: 10.1080 / 10942912.2019.162877

KOBUS-CISOWSKA, J. et al. **Enriching novel dark chocolate with Bacillus coagulans as a way to provide beneficial nutrientes**. Food and Function, v. 10 (2), p. 997-1006, 2019.

KRAEMER, C., MACHADO, F. C., & ADAMI, F. S. **Perfil nutricional de adultos relacionado ao consumo alimentar de ultra processados**. RBONE - Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento, 14(84), 80-88, 2020. Acesso em: http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1176

LANNES S. C. S. **Chocolate and its products: health approach**. In: Barbosa-Cánovas, G.V. et.al. Food Security and Wellness, New York, Springer (2016) p. 175-194.

LEE, J. K. M.; TAIP, F. S.; ABDULLAH, Z. **Effectiveness of additives in spray drying performance: a review**, Food Research. v. 2 (6), p. 486–499, 2018.

LI, L.; LIU, G.; LIN, Y. **Estabilidade física e de floração de chocolates de baixa saturação com oleogéis baseados em diferentes mecanismos de gelificação**. LWT, v. 140, p.110807, 2021.

MALTA D. C. et al. **Distanciamento social, sentimento de tristeza e estilos de vida da população brasileira durante a pandemia de COVID-19**. Saúde em debate. 2020. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.1371

MARQUES, M. F. et al. **Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo**. HU Revista, Juiz de Fora, v. 38, n. 1 e 2, p. 29-36, jan./jun. 2012. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/1739. Acesso em: 9 de março de 2021.

MEHTA, P. **Imagine the superiority of dry poder inhalers from carrier engineering**. Journal of Drug Delivery, 5635010, 2018. https://doi.org/10.1155/2018/5635010.

MERACHLI, F. et al. **Impact of cocoa fibers on the stability and rheological properties of chocolate ganaches**. LWT, v. 139, p. 110505, 2021.

MORAES, E. N. **Atenção à saúde do idoso: aspectos conceituais**. 2018.

NEKEL, J. C. **Anemia carencial em idosos por deficiência de ferro, ácido fólico e vitamina B12**. Pós Graduação. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2013.

NIALL, M. **Switzerland Comes First For Chocolate Consumption**. Statista, 15 de fevereiro de 2021. Disponível em: https://www.statista.com/chart/3668/the-worlds-biggest-chocolate-consumers/. Acesso em: 8 de março de 2021.

O ERICA. ERICA Estudos de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes, Rio de Janeiro - RJ - 2011. Disponível em: http://www.erica.ufrj.br/index.php/o-erica/. Acesso em: 02 de março de 2021.

OLIVEIRA, F. S.; JUNIOR, P. C. M. L. **Utilização da vitamina C na prevenção do envelhecimento cutâneo.** Monografia. Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA. Ariquemes – RO, 2020.

OLIVEIRA, T. C.; ABRANCHES, M. V.; LANA, R. M. **(In)Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2**. Cadernos de Saúde Pública, 2020. DOI: 10.1590/0102-311X00055220

OPAS Brasil. **Novas orientações da OMS ajudam a detectar a deficiência de ferro na gravidez e proteger desenvolvimento do cérebro de crianças**, 2020. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6149:novas-orientacoes-da-oms-ajudam-a-detectar-deficiencia-de-ferro-na-gravidez-e-proteger-desenvolvimento-do-cerebro-de-criancas&Itemid=839. Acesso em: 13 de março de 2021.

PALHARES, V. B. et al. **Avaliação do nível de conformidade da informação nutricional complementar descrita nos rótulos de produtos lácteos comercializados na cidade de** Recife-PE. 2020.

PEREIRA, K. A. S. et al. **Fatores de risco e proteção contra doenças crônicas não transmissíveis entre adolescentes**. Revista Brasileira em Promoção da Saúde, v. 30, n. 2, p. 205-212, 2017.

PEREIRA, T. R., MOREIRA, B., e NUNES, R. M. **A importância da educação alimentar e nutricional para alunos de séries iniciais**. Lynx, 1(1), 2020. https://doi.org/10.34019/2675-4126.2020.v1.25591

PRASEPTIANGGA, D.; INVICTA, S. E.; KHASANAH, L. U. **Sensory and physicochemical characteristics of dark chocolate bar with addition of cinnamon (Cinnamomum burmannii) bark oleoresin microcapsule**. Journal of Food Science and Technology, v. 56 (9), p.4323-4332, 2019.

PUCHOL-MIQUEL, M. et al. **Formulation and physico-chemical and sensory characterisation of chocolate made from reconstituted cocoa liquor and high cocoa content**. LWT, v. 137, p. 110492, 2021.

REIS, N. S. **Produção de chocolate 70% massa de cacau enriquecido com óleo essencial das folhas de Mentha Arvensis**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 7, p. 51107-51123, 2020.

REIS, T. A. **Chocolate: Um tema para trabalhar Química no Ensino Médio**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ROCHA, É. M. B. et al. **Anemia por deficiência de ferro e sua relação com a vulnerabilidade socioeconômica**. Revista Paulista de Pediatria, São Paulo, v. 38,e2019031, 2020.

SANTOS, J. T. et al. **Os efeitos da Suplementação com Vitamina C**. Revista Conhecimento Online, v. 1, p. 139-163, 2019.

SANTOS, M. A. et al. **Ação dos antioxidantes no tratamento de pacientes oncológicos submetidos a quimioterápia e/ou radioterápia–uma revisão integrativa**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 1, p. 01, 2020.

SEABRA, C. A. M. et al. **Educação em saúde como estratégia para promoção da saúde dos idosos: Uma revisão integrativa**. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v. 22, n. 4, e190022, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232019000400301&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 de março de 2021. Epub Oct 24, 2019. https://doi.org/10.1590/1981-22562019022.190022.

SERVAT, L. et al. **Microencapsulação: uma Alternativa Promissora para Preservação de Produtos Naturais**. Revista Fitos, v. 5, n. 2, p. 52-57, jun, 2010.

SHISHIR, M. R. I.; CHEN, W. **Changes in quality atributes of pink guava (Psidium guajava) powder with respect to different drying techniques and maltodextrin concentrations**. Trends in Food Science Technology. v. 65, p. 49-67, 2017.

SILVA, G. B.; SOUSA, I. S.; LANDIM, L. A. S. R.; OLIVEIRA, L. M. N. **Nutritional status and the incidence of chronic diseases in the elderly: an integrative review**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e7029109038, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.9038. Disponível em: https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9038. Acesso em: 10 de março de 2021.

SILVA, G. C. et al. **Desnutrição e intervenção nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência**. Acta Elit Salutis, v. 3, n. 1, p. 14.

SILVA, J. S. et al. **O conceito de saúde e de hábitos saudáveis em adolescentes escolares**. Pensar a Prática, v. 20, n. 4, 2017.

SILVA, K. C. **Microencapsulação de óleo de semente de uva por spray drying**. 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

SILVA, L. A.; SOUSA, B. L.; LANNES, S. C. S. **PRODUCTION OF MICROCAPSULES WITH NUTRITIONAL OIL AND IRON FOR APPLICATION IN CHOCOLATE**. In: 28º SIICUSP - Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade de São Paulo, 2020, São Paulo. **28º** SIICUSP - Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2020.

SOLOMANDO, J.; ANTEQUERA, T.; PEREZ-PALACIOS, T. **Evaluating the use of fish oil microcapsules as omega-3 vehicle in cooked and dry-cured sausages as affected by their processing, storage and cooking**. Meat Science. v. 162, p. 1, 2020. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.108031

SOUSA, M. C. et al. **O envelhecimento da população: aspectos do Brasil e do mundo, sob o olhar da literatura**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 61871-61877, 2020.

Spray Drying Equipment Market by Product Type (Rotary Atomizer, Nozzle Atomizer, Fluidized, Centrifugal), Application (Food, Pharmaceutical, Chemical, Feed), Cycle Type, Drying Stage, Flow Type, Region - Global Forecast to 2025. Marketsandmarkets, outubro de 2020. Disponível em: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/spray-drying-equipment-market-229851536.html. Acesso em: 26 de fevereiro de 2021.

STEPHANIE, A. S.; YVONNE, V. Y.; JANET, C. T. **Chocolate and chocolate constituents influence bone health and osteoporosis risk**. Nutrition, v. 65, p. 74-84, 2019. https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.02.011

SUDRÉ, L. **Mais de 90% dos brasileiros compraram chocolate para consumo em casa em 2020.** Tribuna de Minas, 10 de janeiro de 2021. Disponível em: Mais de 90% dos brasileiros compraram chocolate para consumo em casa em 2020 - Tribuna de Minas. Acesso em: 8 de março de 2021.

TONON, R. V.; FREITAS S. S.; HUBINGER M. D. Spray drying of açaí (Euterpe oleracea Martius) juice: **Effect of inlet air temperature and type of carrier agent**. Journal of Food Processing and Preservation, v. 35, n. 5, p. 691–700, 2011. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2011.00518.x

TONTUL, I.; A. TOPUZ. **Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties**. Trends in Food Science Technology. v. 63 p. 91–102, 2017.

TUENTER, E., SAKAVITSIB, M.E., RIVERA-MONDRAGÓNA, A., HERMANSA, N., FOUBERTA, K., HALABALAKIB, M., PIETERS, L. Ruby chocolate: **A study of its phytochemical composition and quantitative comparison with dark, milk and white chocolate**. Food Chemistry. v. 343, n.1, 128446, 2021.

VELLOZO, E. P.; FISBERG M. **O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro**. Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, v. 32, n. 2, p. 134-139, 2010.

YAMASAKI, F. Y. **Aplicação da tecnologia de spray-drying em encapsulação de aromas na indústria de alimentos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de São Paulo, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Diadema, SP. Disponível em: https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/58934. Acesso em: 9 de março de 2021.

YANAGA, M. C. **Sarcopenia em Idosos: Um estudo de revisão.** International Journal of Nutrology, v. 13, n. 03, p. 089-09

CAPÍTULO 6

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE TRIGO BRANCA ADICIONADA DE FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS

Data de aceite: 01/08/2021
Data da submissão: 01/06/2021

Andreia Zilio Dinon
Universidade do Estado de Santa Catarina– UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/3603845531003036
Pinhalzinho – Santa Catarina

Fabiane Mores
Universidade do Estado de Santa Catarina– UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/4793947988447797
Pinhalzinho – Santa Catarina

Micheli Mayara Trentin
Unochapecó – Nutrição
http://lattes.cnpq.br/8895163102070190
Chapecó – Santa Catarina

Fernanda Copatti
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM – Nutrição
http://lattes.cnpq.br/2625025774878621
Frederico Westphalen – Rio Grande do Sul

Tamires Pagani
Universidade do Estado de Santa Catarina– UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/9497741971994848
Pinhalzinho – Santa Catarina

Mirieli Valduga
Universidade do Estado de Santa Catarina– UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/0642160211397006
Pinhalzinho – Santa Catarina

Marlene Bampi
Universidade do Estado de Santa Catarina – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/7327981337285991
Pinhalzinho – Santa Catarina

RESUMO: Este capítulo tem como objetivo verificar características físico-químicas da farinha de trigo branca comercial adicionada de farinha de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) nas concentrações de 0%, 10%, 20% e 30%. Foram realizadas análises para determinar a composição centesimal, cor e teor de carotenoides das amostras. O teor de umidade das farinhas variou de 7,65% a 13,21%, o teor de proteínas de 9,28% a 18,29%, o teor de carboidratos de 57,75% a 69,19%, o teor de lipídios de 4,47% a 8,57% e o teor de cinzas de 0,60% a 11,19%. Observou-se aumento significativo de cinzas com o aumento da concentração de farinha de ora-pro-nóbis adicionada. A luminosidade L* diminuiu com o aumento da concentração de farinha de Ora-pro-nóbis (OPN) nas amostras. O parâmetro de cor a* negativo e o parâmetro b* positivo aumentaram com o aumento da quantidade de farinha de OPN. A quantidade de carotenoides encontrada na farinha de OPN foi de 72,37 μg / 100 g de β-caroteno e 47,87 μg / 100 g de licopeno. Assim, sugere-se o uso das mesclas de farinha de trigo e OPN no enriquecimento nutricional e desenvolvimento de alimentos.

PALAVRAS - CHAVE: proteínas, minerais, carotenoides, farinha, PANC.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WHITE WHEAT FLOUR ADDED WITH ORA-PRO-NOBIS FLOUR

ABSTRACT: This chapter aims to verify the physicochemical characteristics of commercial white wheat flour added with Ora-pro-nobis flour (*Pereskia aculeata* Miller) in concentrations of 0%, 10%, 20% and 30%. Analyzes were performed to determine the proximate composition of the flour samples, color and carotenoid content. The moisture content of the flours varied from 7.65% to 13.21%, the protein content from 9.28% to 18.29%, the carbohydrate content from 57.75% to 69.19%, the of lipids from 4.47% to 8.57% and the ash content from 0.60% to 11.19%. A significant increase in ash was observed with the increase in the concentration of Ora-pro-nobis flour added. The L * luminosity decreased with the increase in the concentration of Ora-pro-nobis (OPN) flour in the samples. The a * negative color parameter increased and the b * positive parameter increased with the increase in the amount of OPN flour. The amount of carotenoids found in the OPN flour was 72.37 *μ*g / 100 g of β-carotene and 47.87 *μ*g / 100 g of lycopene. Thus, it is suggested the use of blends of wheat flour and OPN in nutritional enrichment and food development.
KEYWORDS: proteins, minerals, carotenoids, flour, PANC.

1 I INTRODUÇÃO

A Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma planta nativa, originária dos trópicos, perene, com caules finos e folhas oblíquas. Geralmente se encontra na forma de trepadeira e pode atingir dez metros de altura, com ramos longos, caules com espinhos e folhas com presença de mucilagem (DUARTE; HAYASHI, 2005). O termo Ora-pro-nóbis vem do latim e significa “rogai por nós” (ALMEIDA; CORRÊA, 2012). No Brasil também é conhecida como carne de pobre, rosa-madeira, trepadeira limão, espinho-preto, jumbeba, mata-velha, grosenha-da-américa, lobrobó, guaiapá cereja de barbados e cipó-santo (QUEIROZ et al., 2015). Diversos vegetais e plantas não convencionais (PANCs), como a Ora-pro-nóbis (OPN), são fontes importantes de macro e micronutrientes. A OPN se destaca pelo alto valor proteico e é fonte de fibras e minerais, entre eles o ferro e o cálcio (TOFANELLI; RESENDE, 2011). Assim, PANCs são uma alternativa alimentar. Contudo, a falta de informações por parte da população, quanto ao seu valor nutricional e o modo de preparo, faz com que seu consumo seja reduzido (ROCHA et al., 2008). Popularmente as folhas de *Pereskia aculeata* Mill. são utilizadas como emolientes e como fonte alimentar, sem relatos de toxicidade (DUARTE; HAYASHI, 2005). Entretanto, há necessidade de estudos de composição nutricional, tecnológica e físico-química da farinha de OPN a fim de ampliar seu uso e consumo na alimentação humana. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de realizar a caracterização físico-química da farinha de Ora-pro-Nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) (OPN) adicionada à farinha de trigo (FT).

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção e preparo da matéria-prima

As folhas de OPN foram coletadas e higienizadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,0% por 15 min. A seguir, as folhas foram submetidas à desidratação em estufa com circulação de ar a 60 ºC durante 24 horas. O material seco foi triturado por moinho de facas e armazenado em vidros com tampas herméticas, protegido da luz direta e mantido em temperatura ambiente. A farinha de trigo branca foi adquirida no comércio local.

2.2 Obtenção das misturas de farinha de OPN e de farinha de trigo

Foram elaboradas misturas de farinha de trigo branca (FT) com farinha de OPN (FOPN) nas seguintes proporções: 0:100, 90:10, 80:20, 70:30 e 100:0 (FT : FOPN, m/m).

2.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da farinha de OPN, da FT e de suas misturas foram avaliadas. A umidade foi determinada por secagem direta de 3 g de amostra em estufa a 105ºC até peso constante, de acordo com a metodologia nº 931.04 da AOAC (2016). As cinzas foram determinadas em mufla a partir de 5 g de amostra em temperatura de 600 ºC durante 5 h, conforme a metodologia nº 930.22 (AOAC, 2016). Os lipídios foram determinados pela extração de 3 g da amostra com éter de petróleo pelo método Soxhlet, de acordo com a metodologia nº 30-25.01 (AOAC, 2016). O teor de proteína total foi determinado conforme a metodologia de Kjeldahl, a partir de 3 g da amostra. Foi utilizado o fator de conversão de proteína = 6,25 para as amostras de OPN e de 5,7 para as amostras de farinha de trigo, segundo a metodologia nº 950.36 (AOAC, 2016). Os carboidratos foram determinados pela diferença em matéria seca (AOAC, 2016). Os parâmetros de cor das farinhas e suas mesclas foram determinados em colorímetro Minolta, conforme a metodologia 14-22 (AACC, 2000). Foi calculada a diferença de cor (ΔE) entre as mesclas de farinha de OPN e farinha de trigo e a amostra padrão com 100 % de farinha de trigo, segundo a Equação 1:

$$\Delta E = \{[\Delta L^*)2 + (\Delta a^*)2 + (\Delta b^*)2]\}^\wedge(\tfrac{1}{2}) \qquad (1)$$

Onde: ΔL* = a diferença medida no eixo “L” entre o claro e o escuro quando o padrão é comparado a uma amostra. Δa* = a diferença medida no eixo “a”, entre o vermelho e o verde, quando um padrão é comparado a uma amostra. Δb* = a diferença medida no eixo “b”, entre o azul e o amarelo, quando um padrão é comparado a uma amostra. ΔE* = número absoluto que indica a diferença visual na totalidade da cor, incluindo brilho, tom e saturação.

Os teores de carotenoides totais foram determinados em espectrofotômetro (Glod S53 UV-Vis, Ningbo Biocotek) a 450 nm para o β-caroteno e a 470 nm para o licopeno, utilizando o coeficiente de extinção em éter de petróleo de 2592 para o β -caroteno e 3450

para o licopeno (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Os carotenoides foram calculados conforme a Equação 2:

$$\frac{A \; x \; V \; x \; 10^6}{A_{1cm}^{1\%} \; x \; M \; x \; 100} = \text{teor de } \beta \text{ caroteno } \mu g/g \qquad (2)$$

Onde: A é a absorbância da solução; V é o volume final da solução; $A_{1cm}^{1\%}$ é o coeficiente de extinção ou coeficiente de absortividade molar de um pigmento em um solvente específico e M é a massa da amostra tomada para a análise.

2.4 Análise Estatística

Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey em nível de 95 % de confiança, com uso do software Statistica 7.0 (Statsoft, USA).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas de composição centesimal das farinhas e de suas mesclas mostraram redução significativa da umidade com o uso de 20%, 30% e 100% de farinha de OPN (Tabela 1).

OPN: FT (m:m) em base úmida	Umidade %	Cinzas %	Lipídios %	Proteínas* %	Carboidratos*%
0:100	13,21 ± 0,08^{a}	0,60 ± 0,01^{c}	8,57 ±1,04^{a}	9,28 ± 0,86^{b}	68,34 ±1,99^{a}
10:90	12,60 ± 0,11^{c}	1,66 ± 0,11^{bc}	5,70 ± 1,07^{a}	10,18 ± 0,83^{b}	68,89 ± 2,09^{a}
20:80	12,06 ± 0,13^{bc}	2,72 ± 0,21^{bc}	5,29 ± 1,06^{a}	11,08 ± 0,81^{b}	68,85 ± 2,12^{a}
30:70	11,49 ± 0,16^{ab}	3,78 ± 0,31^{b}	4,88 ± 1,05^{a}	11,98 ± 0,78^{b}	67,98 ± 2,32^{a}
100:0	7,45 ± 0,35^{d}	11,19±1,02^{a}	4,47 ± 1,15^{a}	18,29 ± 0,60^{a}	58,60 ± 3,11^{a}

Tabela 1 – Composição centesimal da farinha de Ora-Pro-Nóbis e suas concentrações.

*OPN: Farinha de Ora-Pro-Nóbis, FT: Farinha de Trigo. Média ± desvio padrão (n = 2).*Teor de proteínas calculado para as mesclas de farinha com base na análise de 100 % de farinha de trigo e 100 % de farinha de OPN. Teor de carboidratos totais, incluindo a fração de fibra alimentar, calculado por diferença (100 g – gramas totais de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas).

Conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2005), é permitido o teor máximo de 15 % de umidade para as farinhas integrais, comum e especial e de 14,5 % para as sêmolas, semolinas e farinhas derivadas de *trigo durum*. A fim de obter um resultado satisfatório na fabricação de pães, massas e biscoitos, o conteúdo de umidade da farinha deve estar em torno de 13 %, visto que as farinhas com umidade acima de 14 % têm a tendência a formar

grumos (FELLOWS, 2018). Os valores de umidade obtidos para as amostras estão de acordo com a legislação (BRASIL, 2005).

A farinha de trigo integral pode possuir no máximo entre 2,0 e 2,5% de cinzas (% em b.s.) e a farinha de trigo comum, no máximo 1,35% e a farinha de trigo especial, no máximo 0,65% (BRASIL, 2005). Houve aumento significativo em relação ao teor de minerais expresso como cinzas para a adição de 30% e 100% de farinha de OPN (Tabela 1).

Não houve mudança significativa nos teores de lipídios encontrados para todas as amostras. Contudo, os teores de lipídios da farinha de OPN foram superiores a 3,64% e 3,50 % observados por Rocha *et al*. (2008).

Houve aumento significativo de proteínas na farinha com 100 % de OPN em relação as demais amostras e não houve mudança significativa quanto aos teores de carboidratos (Tabela 1). Os resultados encontrados para a farinha com 100% de OPN concordam com os valores encontrados por Rodrigues *et al.* (2015) que foram de 18,95 % de proteínas para as folhas secas de OPN e os encontrados para farinha de trigo também estão próximos do encontrado por Lanzarini (2015) em torno de 8,0%. A quantidade recomendada de proteína a ser consumida por dia é de 0,8 $g.kg^{-1}$ de massa corpórea (OMS, 2003). Considerando que 100 g de farinha de *Pereskia aculeata* Mill. possuem cerca de 20 g de proteína bruta, parte do enriquecimento poderia ser suprida com a inserção da farinha de OPN na dieta diária.

A cor da farinha é principalmente influenciada pelo teor de carotenóides, de proteínas, de fibras e da presença de impurezas. A cor de uma mescla de farinhas pode ser relacionada com o teor de cinzas que esta farinha possui quando comparada a outra farinha desta mesma mescla (ICTA, 2019). A medida da cor foi realizada em colorímetro Minolta, segundo sistema Cielab. A cor da mescla de farinhas de OPN e FT demonstrou redução nos valores de L* ou seja, a luminosidade diminuiu enquanto o parâmetro a* negativo aumentou, o que indica o aumento da tonalidade verde e aumento do parâmetro b* positivo, que indica aumento da tonalidade amarela, de acordo com o aumento da quantidade de farinha de OPN adicionada (Tabela 2).

OPN:FT	L*	a*	b*	ΔE
0:100	93,31	-0,62	11,66	------
10:90	73,03	-1,32	6,89	20,85
20:80	69,07	-1,28	6,53	24,79
30:90	62,96	-1,46	6,58	30,78
100:0	35,25	-2,55	3,23	------

Tabela 2 - Resultados da análise de cor das mesclas de farinha.

*OPN: Farinha de Ora-Pro-Nóbis, FT: Farinha de Trigo.

Tiwari *et al*. (2008) classificaram analiticamente as diferenças perceptíveis na cor em: muito distintas, distintas e pouco distintas, sendo o valor de ΔE for superior a 3,0, entre 1,5 e 3,0, e inferior a 1,5, respectivamente. De acordo com essa classificação, observa-se que houve diferenças muito distintas de cor para todas as mesclas de farinha analisadas (Tabela 2).

A quantidade de carotenoides encontrada na farinha de OPN foi de 72,37 μg / 100 g de β-caroteno e 47,87 μg / 100 g de licopeno, valores maiores do que os encontrados por Almeida *et al*. (2014), que foram de 24,07 μg / 100 g de β-caroteno e não detectado para licopeno. Variações nos teores de carotenoides totais podem ser devido à fonte de matéria prima, forma de processamento e metodologia de extração desses compostos.

4 I CONCLUSÕES

No presente estudo, as mesclas contendo farinha de OPN em concentração de até 30 % em substituição parcial a farinha de trigo, apresentaram características físico-químicas importantes para a elaboração de alimentos. Assim, a farinha de OPN torna-se uma alternativa para a diversificação e o enriquecimento nutricional da farinha de trigo com minerais. Conclui-se que é válido o incentivo e a introdução desta planta na alimentação humana.

REFERÊNCIAS

AACC - American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. 10th Edition, St. Paul, 2000.

ALMEIDA, M. E. F. DE; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 431-439, 2014.

ALMEIDA, M. E. F. DE; CORRÊA, A. D. Utilização de cactáceas do gênero Pereskia na alimentação humana em um município de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 42, p. 751–756, 2012.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**, 17. ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e o Abastecimento. Resolução n. 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Paraná, v. 15, p. 103-09, 2005.

ICTA, Instituto de Ciência Tecnologia de Alimentos. **Atividade Enzimática da Farinha de Trigo.** Disponível em: https://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/avaliacao-farinhatrigo/index.php. Acesso em:11 outubro 2019.

LANZARINI, P. D. **Controle de qualidade aplicado a farinha de trigo panificável produzida em moinhos do estado do Paraná. 2015.** Monografia de especialização (Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos) - Universidade tecnológica federal do Paraná, Paraná.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva: WHO, 2003.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**, São Paulo: Artmed, 2018.

ROCHA, D. R. da C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Macarrão adicionado de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, p. 459-65, 2008.

RODRIGUES, S. et al. Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAEF**, São Paulo. 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC, p.71, 2001.

QUEIROZ, C.R.A.A.; FERREIRA, L.; GOMES, L.B.P.; MELO, C.M.T.; ANDRADE, R. R. de. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. p.1–5, 2015.

TIWARI, B. K.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; O'DONNELL, C. P.; CHENCHAIAH, M.; CULLEN, P. J. Effect of ozonization on the rheological and colour characteristics of hydrocolloid dispersions. **Food Research International**, Amsterdam, v. 41, n. 10, p. 1035-1043, 2008.

TOFANELLI, M. B. D.; RESENDE, S. G. Sistema de condução na produção de folhas de ora-pro-nóbis. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 466-69, jul./set., 2011.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GELADO COMESTÍVEL COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DOCE CREMOSO DE UVAIA

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 05/05/2021

Márcia Liliane Rippel Silveira
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/0040297099802587

Aline Finatto Alves
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/4790438922968223

Vanessa Pires da Rosa
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/1374178798951497

Andréia Cirolini
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/0040297099802587

RESUMO: O Brasil apresenta uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo, no entanto, o potencial das frutas nativas não é explorado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi elaborar um gelado comestível acrescido de diferentes concentrações de doce cremoso de uvaia e avaliar as características físico-químicas das formulações. Foram elaboradas três formulações de gelado comestível, sendo uma controle, sem adição do doce de uvaia e duas com adição de 20% e 30% de doce cremoso de uvaia. As formulações foram avaliadas em relação ao pH, sólidos solúveis, cor, teste de resistência ao derretimento e *overrun.* Os resultados da caracterização físico-química da polpa e do doce cremoso de uvaia diferiram em função do processamento da polpa. No gelado comestível observou-se que, a adição do doce cremoso de uvaia influenciou as propriedades físico-químicas das formulações. Concluiu-se que é possível a elaboração de gelado comestível utilizando a polpa de uvaia, sendo uma alternativa para melhorar seu valor nutritivo e agregar valor ao produto.

PALAVRAS - CHAVE: uvaia, físico-química, sorvete.

PHYSICOCHEMICAL EVALUATION EDIBLE ICE CREAM WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SWEET UVAIA

ABSTRACT: Brazil has one of the greatest diversity of fruit species in the world, however, the potential of native fruits is not explored. In this context, the objective of this work was to prepare an edible ice cream added of different concentrations of creamy uvaia sweet and to evaluate the physical-chemical characteristics of the formulations. Three formulations of edible ice cream were made, one control, without the addition of uvaia sweet and two with the addition of 20% and 30% creamy uvaia sweet. The formulations were evaluated in relation to pH, soluble solids, color, melt resistance test and overrun. The results of the physicochemical characterization of the pulp and the creamy uvaia sweet differed according to the processing of the pulp. In the edible ice cream it was observed that the addition of the creamy uvaia sweet influenced

the physicochemical properties of the formulations. It was concluded that it is possible to make edible ice cream using the uvaia pulp, being an alternative to improve its nutritional value and add value to the product.
KEYWORDS: uvaia, physicochemical, ice cream.

1 I INTRODUÇÃO

Dentro do cenário mundial a fruticultura brasileira ocupa uma posição de destaque por possuir as maiores produções de algumas espécies. No entanto, mesmo com o crescimento desse setor, ainda há pouca atenção para as espécies nativas, apesar do seu grande potencial de exploração (BEZERRA et al., 2003). Com o processo de urbanização, muitas pessoas desconhecem as frutas nativas de sua região, sua composição, funcionalidade, resultando na falta de informações a respeito dos seus benefícios à saúde, ao meio ambiente e à geração de renda (ZILLO et al., 2014).

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é uma espécie arbórea frutífera nativa da Mata Atlântica e pertence à família Myrtaceae, com frutos de coloração amarela, casca fina, polpa delicada e sensorialmente ácida. Sua colheita ocorre por volta dos meses de novembro e dezembro, quando seu fruto apresenta coloração amarela, é geralmente consumida na forma *in natura*, sucos e geleias (SILVA et al., 2003; KARWOWSKI, 2012).

Muitos compostos como os ácidos fenólicos, os flavonóides e seus derivados são encontrados em frutas nativas e apresentam efeitos benéficos sobre a saúde (SELLAPPAN et al., 2002). As frutas, reconhecidas fontes de vitaminas, minerais e fibras são alimentos nutricionalmente importantes na dieta (ZILLO et al., 2014), além do consumo in *natura* podem ser uma opção para agregar valor aos produtos da agroindústria a serem comercializados (MÜHLBAUER et al., 2012).

Neste contexto, a adição de polpas de frutas em gelados comestíveis é uma das muitas inovações encontradas para enriquecer e diversificar ainda mais o produto. A legislação brasileira vigente define o gelado comestível (sorvete) como os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcares, que podem ser adicionados de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

A indústria de gelados comestíveis exige renovação e oferta constante de novas opções aos consumidores. A popularidade destas sobremesas geladas deve-se ao fato de ser um produto pronto para consumo, amplamente disponível, de valor nutricional desejável dependendo de sua formulação. Possuem formas, cores e sabores atrativos que agradam aos mais variados paladares e faixas etárias (MALANDRIN et al., 2001).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi elaborar um gelado comestível acrescido de diferentes concentrações de doce de uvaia e avaliar as características físico-químicas das formulações.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e processamento de doce cremoso de uvaia

Os frutos de uvaia foram obtidos de um produtor no município de Santa Maria, RS. Para o preparo da polpa, os frutos foram descongelados, selecionados e imersos em solução de hipoclorito de sódio (20 ppm) durante 15 minutos, e então lavados em água corrente.

O doce cremoso de uvaia foi elaborado conforme Krolow (2009), com algumas modificações. As sementes foram retiradas da polpa manualmente e a quantidade de polpa extraída foi pesada para determinação do rendimento (%). Na sequência, a polpa e a casca da uvaia foram trituradas em liquidificador com 50% de sacarose em relação ao peso da polpa, e então, submetida a um tratamento térmico (80 °C).

2.2 Processamento do gelado comestível

Foram elaboradas três formulações de gelado comestível, sendo FC a formulação controle sem adição de doce e F20 e F30 as formulações adicionadas de 20 e 30%, respectivamente, de doce de uvaia em substituição ao açúcar. Na Tabela 1 podem ser conferidas as formulações elaboradas para o gelado comestível.

Ingredientes	Formulações*		
	FC	F20	F30
Leite integral pasteurizado (L^{-1})	1	1	1
Selecta cream livre trans (g L^{-1})	130	130	130
Base topping (g L^{-1})	30	30	30
Selecta real sabor (g L^{-1})	10	10	10
Super liga neutra (g L^{-1})	10	10	10
Emustab (g L^{-1})	10	10	10
Açúcar cristal (g L^{-1})	190	95	45
Doce cremoso de uvaia (g L^{-1})	-	200	300

*FC: formulação controle sem doce cremoso de uvaia; F20: formulação com 20% de doce cremoso de uvaia; F30%: formulação com 30% de doce cremoso de uvaia.

Tabela 1 – Ingredientes utilizados no gelado comestível das diferentes formulações

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

As formulações do gelado comestível foram processadas, individualmente, no Setor de Leites do Colégio Politécnico da UFSM, no município de Santa Maria, RS.

O gelado comestível da formulação controle (FC) foi elaborado a partir da homogeneização dosseguintes ingredientes: leite integral pasteurizado, selecta cream livre trans (agente de textura/enriquecedores, Selecta), base topping (base para cobertura tipo chantilly, Duas Rodas Industrial), selecta real sabor (realçador desabor, Selecta), superliga neutra (estabilizante em pó, Selecta) e açúcar cristal, que foi realizada em liquidificador industrial, durante 3 minutos. Na sequência, o emustab (emulsificante em pasta, Selecta) foi adicionado e homogeneizado por mais 3 minutos. Após a mistura e homogeneização de todos os ingredientes, a mistura base do gelado comestível foi transferida do liquidificador para a produtora de sorvete (Central Máquinas para Sorvetes, PHC 80/100), onde permaneceu por 7 minutos para incorporação do ar à mistura. Depois de elaborado, o gelado comestível foi envasado, identificado e armazenado congelado (-18 °C) em freezer convencional, até o momento da sua utilização.

As formulações F20 e F30 foram elaboradas da mesma forma que foi descrita a formulação controle, no entanto, na etapa inicial de homogeneização dos ingredientes, o doce de uvaia foi acrescentado nas concentrações de 20 e 30% em relação a mistura base, de acordo com as quantidades de adição da Tabela 1. A quantidade de açúcar adicionado nestas formulações foi menor em comparação com a formulação controle, pois considerou-se a quantidade de açúcar (sacarose) adicionada para o processamento do doce de uvaia.

2.3 Análises físico-químicas

As análises na polpa, no doce cremoso de uvaia e no gelado comestível foram realizadas conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), o pH foi determinado por método potenciométrico (Digimed, DM-22) e os sólidos solúveis em refratômetro e expressos em °Brix. A cor das amostras foi avaliada pela reflectância no sistema CIELab, usando colorímetro Minolta, modelo CM-600d (Konica Minolta Sensing, Inc.,) pelos parâmetros de luminosidade (*L**) e coordenadas de cromaticidade (*a** e *b**).

No gelado comestível foi realizado o teste de resistência ao derretimento, descrito por Ramos (2016). Também foi realizado o cálculo de *overrun* de acordo com Whelan et al., (2008) pela equação: $Overrun\ (\%) = [(massa_{mistura\ base} - massa_{gelado\ comestível})/massa_{gelado\ comestível}] \times 100$.

2.4 Análise estatística

Os resultados das análises realizadas e expressos na forma de média±desvio padrão, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de significância, com auxílio do *software Statistica*, versão 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o rendimento de polpa obteve-se um valor de 71%, ou seja, mais da metade da massa do fruto é ocupada pela polpa. Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises de pH, sólidos solúveis e cor da polpa e do doce cremosos de uvaia.

Parâmetros		Uvaia	
		Polpa	**Doce cremoso**
pH		3,65a±0,02	3,61b±0,01
Sólidos solúveis (°Brix)		6,00b±0,10	48,50a±1,41
Parâmetros de cor	L*	55,46a±0,89	44,97b±0,98
	a*	23,19a±0,74	18,62b±0,68
	b*	49,09a±1,63	44,17b±1,10

Resultados expressos como média±desvio padrão. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Valores médios de pH, sólidos solúveis e cor da polpa e do doce cremoso de uvaia

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

A análise de variância dos resultados obtidos para a polpa e o doce de uvaia (Tabela 2), revela que os valores de pH, sólidos solúveis e dos parâmetros instrumentais de cor apresentaram diferença significativa (p≤0,05). O doce cremoso de uvaia apresentou os valores mais baixos para as avaliações realizadas, exceto para sólidos solúveis. Este resultado era esperado e ocorreu em função do processamento da polpa que foiadicionada de sacarose e submetida a tratamento térmico.

Mühlbauer et al., (2012) encontraram para a polpa de uvaia valores de pH (4,94) e sólidos solúveis (10 °Brix) superiores aos verificados no presente trabalho. Scalon, Dell'Olio e Fornasieri (2004), também verificaram baixos valores para o pH (2,87) e sólidos solúveis (6,2 °Brix) na conservação pós-colheita de frutos de uvaia sob diferentes condições de armazenamento (temperaturas) e embalagens.

Na avaliação da cor, os valores de *L**, a^* e b^* apresentaram diferença estatística entre a polpa e o docede uvaia (Tabela 2), que pode ser decorrente do processamento realizado, fazendo com que o doce de uvaia se tornasse mais escuro que a polpa. Zillo et al., (2014) também encontraram diferenças significativas para a luminosidade, entre o fruto *in natura*, e as polpas congelada e concentrada (47,65; 53,33 e 52,32, respectivamente), e concluíram que pode ser decorrente ao processamento realizado e ao armazenamento.

Os resultados das análises de pH, sólidos solúveis, cor e *overrum* das formulações

do gelado comestível estão apresentados na Tabela 3.

Parâmetros		Formulações[1]		
		FC	F20	F30
pH		6,53a±0,01	6,02b±0,04	5,92c±0,02
Sólidos solúveis (°Brix)		33,00b±0,01	33,50a±0,50	31,83b±0,29
Parâmetros de cor	L*	85,66a±1,27	79,84b±0,89	75,38c±0,90
	a*	-1,50b±0,12	6,71b±0,36	8,17a±0,65
	b*	8,62b±1,12	29,73b±0,95	34,04a±2,18
Overrun (%)		23,46a±0,01	16,45b±0,01	10,55c±0,01

Resultados expressos como média±desvio padrão. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si (p≤0,05) pelo teste de Tukey. [1]FC: formulação controle; F20: formulação com 20% de doce de uvaia; F30: formulação com 30% de doce de uvaia.

Tabela 3 – Valores médios de pH, sólidos solúveis, cor e *overrun* do gelado comestível elaborado com diferentes concentrações de doce de uvaia

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

O pH das amostras do gelado comestível diferiu significativamente entre as formulações (Tabela 3). A formulação com 30% apresentou o menor valor, essa diminuição pode ser resultante da maior adição do doce de uvaia adicionada. Lamounier et al., (2015) também verificaram que a amostra de sorvete elaborado com 10% de farinha da casca da jabuticaba apresentou menor pH e foi a mais ácida e concluíram que essa diminuição resultou da maior concentração de farinha adicionada.

Em relação à análise de sólidos solúveis (Tabela 3), a formulação F20 apresentou teorsignificativamente (p≤0,05) maior em comparação com as formulações controle e F30, que não diferiram entre si. Conforme Perrone et al., (2011), um elevado teor de Brix pode influenciar na aceitação do produto, pois está diretamente relacionado com o sabor, além disso atuam melhorando a textura e a cremosidade do produto elaborado.

Na análise de cor, as diferentes concentrações de doce cremoso adicionadas ao gelado comestível influenciaram na cor do produto, observou-se que quanto maior a concentração de doce cremoso adicionado menor foi a luminosidade (*L**) e os valores *a** e *b** tenderam às cores vermelho e amarelo, respectivamente.

A quantidade de ar presente no sorvete é de suma importância, devido seu controle sobre a qualidade, pois confere ao produto maciez e leveza (SABATINI et al., 2011). Os resultados da análise de *overrun* (incorporação de ar) diferiram estatisticamente (p≤0,05) entre as formulações (Tabela 3). A formulação controle foi a que obteve melhor resultado,

pois apresentou a maior incorporação de ar dentre as formulações analisadas. O *overrun* diminuiu conforme o aumento da adição de doce de uvaia e isso pode ter ocasionado a diminuição da água livre disponível no gelado comestível.

O comportamento durante o derretimento das formulações do gelado comestível esta apresentado na Figura 1. Observou-se que as formulações F20 e F30 apresentaram comportamentos similares se comparadas a formulação controle. O tempo necessário para derreter os 100 g de gelado comestível foi de 90 minutos.

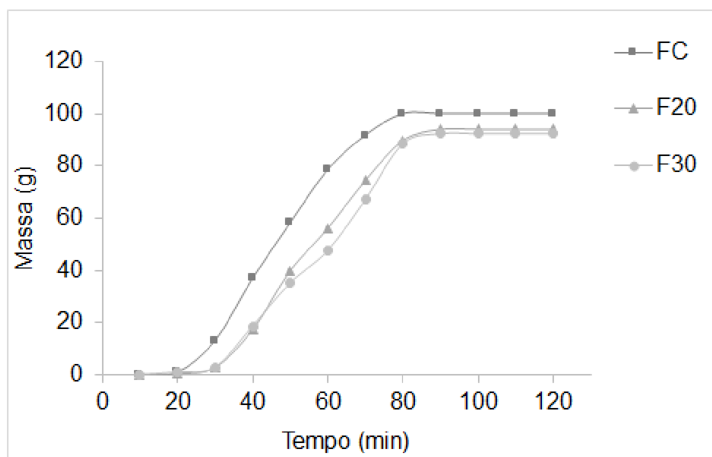


Figura 1 - Comportamento durante o derretimento do gelado comestível elaborado com diferentes concentrações de doce de uvaia.

FC: formulação controle; F20: formulação com 20% de doce de uvaia; F30: formulação com 30% de doce de uvaia.

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

4 I CONCLUSÃO

O fruto de uvaia utilizado para a elaboração do doce cremoso apresentou elevado percentual de rendimento em polpa, os resultados da caracterização físico-química da polpa e do doce de uvaia diferiram em função do processamento da polpa. O presente estudo demonstrou ainda que é possível, a elaboração de produtos como o gelado comestível como uma alternativa para a utilização da polpa de uvaia, além disso, a adição desta polpa como um ingrediente do produto pode melhorar seu valor nutritivo, contribuir com as características sensoriais e agregar valor ao produto.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, M. A.; ALVES, J. D.; OLIVEIRA, L. E. M..; PRISCO, J. T. Caracterização morfológica e mobilização de reservas durante os estádios iniciais de desenvolvimento de plântulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.2, p.253–259, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, 23 set. 2005.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1.ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008. 1020 p.

KARWOWSKI, M. S. M. **Estudo da estabilidade, comportamento reológico e dos compostos fenólicos de frutas da Mata Atlântica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

KROLOW, A. C. R. **Geleia de Uvaia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 3p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico 228).

LAMOUNIER, M. L. et al. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

MALANDRIN, R. et al. Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovação. **Food ingredients**, n.15, v.3, p. 42-48, 2001.

MÜHLBAUER, F. B. et al. Avaliação das características físicas e químicas da polpa e do iogurte de uvaia. **Thesis**, ano IV, n.17. p. 60-77, 2012.

PEREIRA, G. G. et al. Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy environmental factors. **Journal of Oleo Science**, v. 58, n. 7, p. 347-354, 2009.

PERRONE, I. T. et al. Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 379, p. 45-50, 2011.

RAMOS, A. F. **Avaliação de aspectos físico-químicos, sensoriais e reológicos de sorvete gourmet elaborado com teor reduzido de lactose.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

SABATINI, D. R. et al. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 129-136, 2011.

SCALON, S. P. Q.; DELL'OLIO, P.; FORNASIERI, J. L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess - Mirtaceae. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1965-1968, 2004.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-Grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 2432-2438, 2002.

SILVA, C. V. et al. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. - Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica,** v.26, n.2, p.213-221, jun. 2003.

WHELAN, A. P. et al. Physicochemical and sensory optimization of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1520-1527, 2008.

ZILLO, R. R. et al. Parâmetros físico-químicos e sensoriais de polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis*) submetidas àpasteurização**. Bioenergia em revista: diálogos**, ano 4, n. 2, p. 20-33, 2014.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DE FARINHA DE TRIGO ADICIONADA DE POLVILHO DOCE PARA ELABORAÇÃO DE PÃO TIPO HOT DOG

Data de aceite: 01/08/2021

Data da submissão: 06/05/2021

Fabiane Mores
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/4793947988447797
Pinhalzinho – Santa Catarina

Andreia Zilio Dinon
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/3603845531003036
Pinhalzinho – Santa Catarina

Bárbara Cristina Costa Soares de Souza
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Engenharia de Alimentos
Penha – Santa Catarina

Tamires Pagani
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/9497741971994848
Pinhalzinho – Santa Catarina

Mirieli Valduga
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Engenharia de Alimentos
http://lattes.cnpq.br/0642160211397006
Pinhalzinho – Santa Catarina

RESUMO: A farinha de trigo e o polvilho doce podem ser usados na elaboração de produtos de panificação. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de misturas de farinha de trigo com 0, 10, 15 e 20% de polvilho doce na produção de pão tipo *hot-dog*. A farinha de trigo e suas misturas com polvilho doce foram avaliadas quanto à umidade, propriedades viscoelásticas, força geral de glúten, capacidade de absorção de água e estabilidade da massa. As análises realizadas para o produto panificado foram relativas a textura, cor do miolo e volume específico. Os resultados obtidos para a massa mostraram que houve redução na absorção de água com o aumento da concentração de polvilho doce e os valores encontrados permaneceram em conformidade com os padrões para produtos panificáveis. Observou-se redução na estabilidade da massa com o aumento da adição de polvilho doce. Houve variação na força do glúten e maior valor de resistência da massa ao ser esticada para a farinha de trigo pura em comparação às amostras acrescidas de polvilho doce. A cor dos pães elaborados com 100% de farinha de trigo obteve a maior luminosidade (L*) em comparação as demais amostras. Os pães preparados com 15% e 20% de polvilho doce obtiveram menor volume específico. As amostras preparadas com polvilho doce tiveram aumento da dureza durante os 6 dias de armazenamento em comparação a amostra elaborada com 100% de farinha de trigo. Observa-se que é possível utilizar o polvilho doce como alternativa para produção de pão de *hot-dog,* contudo, essa substituição afeta diretamente as características viscoelásticas da massa bem como o volume específico e a textura dos pães.

PALAVRAS - CHAVE: força de glúten, estabilidade da massa, textura.

ANALYSIS OF FLOUR ADDED WITH UNFERMENTED CASSAVA STARCH FOR *HOT DOG* BREAD PRODUCTION

ABSTRACT: Wheat flour and unfermented cassava starch can be used in the manufacture of bakery products. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effect of blends of wheat flour with 0, 10, 15 and 20% of unfermented cassava starch in hot dog bread. The characteristics evaluated for dough were moisture, viscoelastic properties, gluten strenght, water absorption and dough stability. The analysis performed to the final product were texture, crumb color and specific volume. The results obtained to the dough showed that there was a decrease in water absorption with the increase in unfermented cassava starch concentration and the values found were all in compliance with standards to bread products. It was observed a reduction on dough stability with an increase in unfermented cassava starch addition. There was variation in gluten strength and an increase in dough stretch resistance for samples elaborated with 100% wheat flour in comparison with samples elaborated of unfermented cassava starch. The crumb color of breads prepared with 100% wheat flour obtained the most luminosity (L*) than the other samples. The breads prepared with 15% and 20% of unfermented cassava starch obtained the lowest specific volume. The samples prepared with unfermented cassava starch showed an increase in firmness during 6 days of storage in relation to the samples formulated with 100% wheat flour. It was observed that it is possible to use the cassava starch as an alternative for hot-dog breadmaking, however, this substitution directly affects the viscoelastic characteristics of dough as the specific volume and texture of breads.
KEYWORDS: gluten strength, dough stability, texture.

1 | INTRODUÇÃO

A fécula de mandioca é o produto extraído da mandioca e pode ser classificado em doce e azedo, tendo como parâmetro de diferenciação o teor de acidez do produto final. No polvilho azedo, obtido pelo processo de fermentação, a acidez deve ser no máximo de 5 mL de NaOH 1N/100g e para o polvilho doce, não-fermentado, de 1mL de NaOH 1N/100g (ABIA, 2000).

A principal característica do polvilho doce é a capacidade de gerar massas que quando assadas, se expandem sem a necessidade de fermento ou outros produtos (DEMIATE, 2000). Assim, na indústria de alimentos, o polvilho assume papel como agente de volume, espessante e/ou estabilizante e ainda pode ser usado em produtos panificáveis com redução ou isenção de glúten em substituição a farinha de trigo.

Os principais constituintes da mandioca são água (60%) e hidratos de carbono (38%) enquanto o teor de proteínas (1,4%), gorduras (0,28%) e fibras (1,8%) é limitado, a concentração de amido é geralmente mais elevada no polvilho doce do que na farinha de trigo (GOMES *et al.,* 2004).

O glúten contido na farinha de trigo tem proteínas com a propriedade de gerar redes viscoelásticas que permitem que todos os ingredientes adicionados sejam agregados para

formar uma massa alimentícia homogênea (ARAÚJO *et al*., 2010; DEMIRKESEN *et al*., 2010). O complexo proteico insolúvel se forma na etapa de mistura dos ingredientes da massa com a hidratação das proteínas do trigo (CAUVAIN *et al*., 2009).

Segundo Vieira *et al.* (2010), a substituição parcial ou total da farinha de trigo por polvilho doce em preparações de panificação tem boa aceitação sensorial. Em relação ao valor nutricional, a farinha mista de trigo e mandioca resulta em redução calórica, sendo que a fécula de mandioca possui 17 calorias a menos e tem menor teor de gordura total, obtendo 1 g de diferença em relação à farinha de trigo pura (PHILIPPI, 2002). A substituição do trigo em produtos de panificação visa a melhoria da qualidade nutricional, para atender a um público específico de portadores de doenças nutricionais e também para consumidores que buscam produtos com atrativos saudáveis como a redução do glúten (LACERDA *et al*., 2009).

O pão de *hot-dog*, também conhecido como pão doce, pão de hamburguer ou bisnaguinha, é o produto obtido pela cocção de massa preparada com farinha de trigo, fermento biológico, água, sal e açúcar (BRASIL, 2000). É amplamente consumido pela população e, em geral, pode ser armazenado e consumido dias após sua cocção sem perdas significativas na qualidade quanto à maciez e características sensoriais.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi desenvolver mesclas com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho doce para o preparo de pão tipo *hot-dog.* Procederam-se as análises físico-químicas das mesclas e as análises da qualidade dos pães produzidos a partir dessa substituição.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias-Primas

O polvilho doce foi adquirido no comércio local de Pinhalzinho-SC, em embalagens de 500g (Daju Alimentos). Todo o produto utilizado nesse estudo pertencia ao mesmo lote, a fim de eliminar a possibilidade de variância da amostra. A farinha de trigo foi cedida pelo Moinho Cooper Itaipu de Pinhalzinho-SC. Os demais ingredientes como sal, açúcar, água, fermento e reforçador de farinha, foram cedidos pela padaria experimental do laboratório do Moinho Cooper Itaipu de Pinhalzinho-SC, onde os pães foram elaborados.

2.2 Preparo das Mesclas de Farinha

Foram preparadas quatro mesclas (M1 á M4) de farinha de trigo e polvilho doce nas seguintes proporções: M1 - 100% de farinha de trigo, sendo essa considerada a amostra padrão; M2 - 10% de polvilho doce e 90% de farinha de trigo; M3 - 15% de polvilho doce e 85% de farinha de trigo; M4 - 20% de polvilho doce e 80% de farinha de trigo. As amostras de 10 Kg de farinha foram homogeneizadas e armazenadas em embalagem fechada, em ambiente seco para uso nas demais análises.

2.3 Análises das Mesclas de Farinha

A umidade das mesclas foi determinada em analisador de umidade por infra-vermelho (Gehaka®, modelo IV2000), a partir de 5 g das amostras M1, M2, M3 e M4. As amostras foram colocadas de forma homogênea em prato de alumínio e inseridas no equipamento. O processo de secagem aconteceu em temperatura média de 150ºC por cerca de 8 minutos para determinação da umidade.

A seguir, as mesclas de farinha foram submetidas à análise de alveografia em alveógrafo (Chopin®, modelo NG) conforme método nº 54-30 da AACC (1999).

A análise de farinografia foi realizada em farinógrafo (Yucebas®, modelo FlourTestingDevice) de acordo com o método nº 54-21 da AACC (1995), a partir da umidade média encontrada para cada mescla de farinha. As análises foram realizadas a fim de obter o tempo de estabilidade da massa em minutos, para cada uma das amostras.

2.4 Preparo dos Pães

Os pães de *hot dog* foram elaborados conforme a formulação da Tabela1.

Ingrediente	Quantidade
Mescla Farinha*	2000g
Água	920mL
Açúcar	180g
Sal	40g
Fermento	30g
Reforçador	10g

Tabela 1 – Ingredientes utilizados na produção de pão de *hot-dog.*

*Mesclas de farinha: M1 -100% de farinha de trigo, M2 - 10% de polvilho doce e 90% de farinha de trigo, M3 - 15% de polvilho doce e 85% de farinha de trigo eM4 -20% de polvilho doce e 80% de farinha de trigo.

Os ingredientes foram homogeneizados em amassadeira rápida (G.Paniz®, modelo AR25) por 7 minutos. A massa obtida foi cilindrada por 25 passagens em cilindro elétrico (Hidro® Industrial, modelo HB50). Foram separados 2400 g de massa e inseridos na divisora de massa (G.Paniz®, modelo DV30). Obteve-se 30 cortes com cerca de 80 g cada. Individualmente, cada corte foi modelado em modeladora de pão (G.Paniz®, modelo MPS500) e dispostos em formas untadas com gordura animal. As formas foram acondicionadas em estufa à temperatura ambiente onde permaneceram por 5 h para fermentação e a seguir foram assados à temperatura de 150ºC por 23 minutos em forno à gás (Progás®, modelo PRP4000). Os pães obtidos foram embalados e armazenados em temperatura ambiente.

2.5 Análises dos Pães

A cor do miolo dos pães foi medida pelos parâmetros L*, a*, b* em colorímetro (Konica Minolta®, modelo CR400/410). O referencial L* mede a luminosidade da amostra, que pode variar de 0 (preto total) à 100 (branco total). O parâmetro a* positivo mostra a tendência da cor para tonalidade vermelha e a* negativo a tendência da cor para a tonalidade verde. O referencial b* positivo é a tendência da cor para a tonalidade amarela e b* negativo a tendência da cor para a tonalidade azul (BORCHIANI *et al.*, 2011).

A textura do miolo das amostras dos pães em formato cúbico de 3x3 cm foi avaliada em texturômetro (Brookfield®, modelo CT3). A dureza das amostras foi determinada com compressão de 40%, por dispositivo de compressão de 20 mm de diâmetro e velocidade de 2.0 $mm.s^{-1}$(AIB, 2016). O volume dos pães foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço em uma proveta de 1500 mL. O resultado foi obtido pela razão entre o volume deslocado (mL) e a massa final (g) de cada pão (MAZIERO *et al.*, 2009).

Todas as análises foram realizadas em triplicata, com exceção dos testes de cor e de textura que foram realizados em quintuplicata.

2.6 Análise Estatística

Os resultados do estudo foram submetidos ao teste de Tukey e à análise de variância (ANOVA) considerando 95% de confiança. A avaliação foi realizada com o software Assistat®.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se variação significativa ($p<0,05$) para a umidade da amostra M1 em relação às amostras M3 e M4. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) de umidade entre M1 e M2, entre M2 e M3 e entre M3 e M4 (Tabela 2).

Amostras	Umidade (%)	Farinografia	
		Estabilidade (min)	Absorção (%)
M1	14,40±0,17c	18:59d	61,10±0,00d
M2	14,20±0,10b.c	09:24c	60,90±0,00c
M3	14,00±0,10ª,b	05:11b	60,30±0,00b
M4	13,80±0,10a	02:27a	60,40±0,00a

Tabela 2 – Parâmetros de umidade e farinografia das mesclas de farinha de trigo e polvilho doce

*Valores expressos como média ± desvio padrão (n=3). Valores seguidos de letras distintas minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 = 100% farinha de trigo, M2 = 90% farinha de trigo e 10% polvilho doce, M3 = 85% farinha de trigo e 15% polvilho doce e M4 = 80% farinha de trigo e 20% polvilho doce.

O aumento do teor de polvilho doce na mescla de farinha resultou na redução da umidade final. Isso acontece devido às características do polvilho doce cuja umidade média aceitável (13%) é menor do que a umidade média aceitável (15%) da farinha de trigo (BRASIL, 2005).

As análises de farinografia realizadas mostraram que todas as amostras diferiram estatisticamente entre si ($p<0,05$), sendo que a amostra M4 obteve o menor tempo de estabilidade e amostra M1 o maior tempo (Tabela 2). A estabilidade e o percentual de absorção de água reduziram em função do aumento de polvilho doce na mescla de farinha de trigo. Os resultados obtidos no presente estudo foram diferentes do estudo feito por Delahaye *et al.* (2005) onde com a adição parcial de farinha de arroz, a absorção de água se manteve constante para massa de pizza. Isso pode ser explicado pelo aumento de fibras dietéticas presentes no farelo, que tendem aumentar a ligação da água com as fibras, retendo maior quantidade de água (DEMODARAN *et al.*, 2010). O percentual de absorção de água foi maior para a amostra M1 e menor para a amostra M3 (Tabela 2). Todas as mesclas de farinha com polvilho doce tiveram absorção de água maior que 60% e são indicadas para a panificação, pois absorção de água maior que 55% permitem reações químicas de fermentação desejáveis para o desenvolvimento do pão (BIONDI, 2003).

Todas as amostras com adição de polvilho doce mostraram redução significativa ($p<0,05$) no tempo de estabilidade da massa (Tabela 2). Esta análise indica quanto tempo de mistura a massa suporta sem rompimento das ligações da rede viscoelástica. Ultrapassar esse tempo pode resultar no rompimento da rede de glúten formada e danificar o produto final (BIONDI,2003). Provavelmente a redução da estabilidade da massa adicionada de polvilho doce ocorre pela redução no teor de glúten, uma vez que o polvilho é isento dessa classe de proteínas, principais responsáveis pela estabilidade da massa.

Houve variação estatística significativa ($p<0,05$) para todos os parâmetros alveográficos avaliados e para todas as amostras. O menor valor de W (força geral do glúten) foi observado para a amostra M4 e o maior para a amostra M1. Houve redução no valor de W e de P (tenacidade) com o aumento da quantidade de polvilho adicionado a farinha de trigo. O maior valor de L (extensibilidade) foi observado para amostra M1 e o menor para a amostra M2. A razão P/L não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) para M1 e M4, porém diferiu ($p<0,05$) para as demais amostras (Tabela 3). As amostras M1, M2 e M3 possuem força geral de glúten que classifica a farinha como pão, e a amostra M4 como brando (BRASIL, 2005).

Amostras	W (x10^{-4}J)	P(mmH_2O)	L(mm)	P/L
M1	323,33±1,53^{d}	115,33±2,08^{d}	80,67±2,08^{d}	1,43±0,03^{a}
M2	213,67±1,53^{c}	104,67±3,51^{c}	49,33±0,58^{a}	2,12±0,05^{c}
M3	200,33±0,58^{b}	98,33±0,58^{b}	53,33±0,58^{b}	1,84±0,03^{b}
M4	181,67±0,58^{a}	85,00±1,00^{a}	59,67±0,58^{c}	1,42±0,02^{a}

Tabela 3 – Parâmetros de alveografia das mesclas de farinha de trigo e polvilho doce.

*Valores expressos como média ± desvio padrão (n=3). Valores seguidos de letras distintas minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05). M1 = 100% farinha de trigo, M2 = 90% farinha de trigo e 10% polvilho doce, M3 = 85% farinha de trigo e 15% polvilho doce e M4 = 80% farinha de trigo e 20% polvilho doce.

Os parâmetros obtidos através da alveografia confirmam que a tenacidade (P), ou seja, a resistência da massa ao ser esticada deve ser proporcional a extensibilidade (L), que demonstra a capacidade da massa de se esticar. Assim, quanto maior a extensibilidade (L) maior o volume do pão. Contudo, a proporcionalidade da curva (P/L) traduz o equilíbrio da análise e consequentemente a qualidade do pão (BORCHIANI e*t al.*, 2011). À medida que aumenta o percentual de polvilho substituindo a farinha de trigo, nota-se que a tenacidade (P) diminui e o crescimento do pão pode ser comprometido. Observa-se a necessidade de adicionar um aditivo emulsificante com a capacidade de se ligar à água e a gordura ao mesmo tempo para melhorar as características viscoelásticas da massa (CONTADO *et al.*, 2009). Quando a farinha de trigo e demais ingredientes usados na panificação são misturados com água em mistura mecânica, há hidratação da proteína do trigo, o glúten, que quando misturado com a água forma uma massa viscoelástica que permite que a massa possa ser estendida e esticada (DAMODARAN *et al.*, 2010).

Na substituição parcial da farinha de trigo por polvilho doce, a capacidade de extensibilidade da massa diminuiu (Tabela 3). O parâmetro de força geral do glúten (W) diminuiu gradativamente com o aumento da substituição da farinha de trigo, pois houve perturbação e redução da rede de glúten.

O volume específico da amostra elaborada com 100% de farinha de trigo foi superior ao das outras amostras, porém diferiu significativamente (p<0,05) apenas das amostras com 15% e 20% de polvilho doce (Tabela 4). A perda de volume, segundo estudo realizado por Jiamyangyuen *et al.* (2005) sobrea utilização de isolado proteico de farelo de arroz na panificação, mostrou que a perda de massa após forneamento, tem relação com menor concentração proteica. Assim com a retirada, mesmo que parcial do glúten, ocorre a redução de proteína na massa, logo resulta em menor volume final do pão. Segundo Mohamed, Xu e Sing (2010), o volume do pão está diretamente relacionado à qualidade da farinha de trigo. Os resultados observados são semelhantes aos identificados por Sairam *et al.* (2011) em produto panificado sem glúten, onde o volume específico obtido foi menor e variou conforme o método de panificação, força de glúten e tempo de fermentação.

Amostras	Volume específico (g/cm3)	Cor		
		L*	a*	b*
P1	6,57±0,11c	83,22±0,11c	0,66±0,03c	16,78±0,21b
P2	5,79±0,04b,c	80,58±0,27^{a}	1,11±0,09^{a}	17,84±0,32^{a}
P3	5,07±0,51a,b	80,10±0,60^{a}	1,15±0,07^{a}b	17,82±0,19^{a}
P4	4,41±0,60a	78,78±0,75b	1,26±0,08b	18,11±0,38a

Tabela 4 – Análise de cor de quatro formulações de pão com mesclas de farinha de trigo e polvilho doce.

*Valores expressos como média ± desvio padrão (n=5). Valores seguidos de letras distintas minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$). P1 = 100% farinha de trigo, P2 = 90% farinha de trigo e 10% polvilho doce, P3 = 85% farinha de trigo e 15% polvilho doce e P4 = 80% farinha de trigo e 20% polvilho doce.

A luminosidade (L) das amostras P1 e P2 não diferiu significativamente ($p>0,05$) entre si, mas diferiu das amostras P1 e P4. Ainda conforme a Tabela 4, a amostra P1 obteve o maior valor para luminosidade e a amostra P4 o menor valor. O parâmetro a* não diferiu ($p>0,05$) entre as amostras P2 e P3 e entre P3 e P4, porém diferiu para a amostra P1. A amostra P1 revelou menor valor de a* quando comparada as demais amostras. O parâmetro b* foi significativamente menor ($p<0,05$) para a amostra P1 e não diferiu para as demais amostras (Tabela 4).

A variação na coloração do miolo ocorre devido às variações típicas do forneamento dos pães e também da composição dos aminoácidos presentes na matriz alimentar (DAMODARAN, 2010). Os resultados de luminosidade estão em concordância com a literatura e podem ser explicados pela pigmentação natural no polvilho doce com presença de carotenóides (LAOKULDILOK *et al*., 2011).

As amostras com polvilho doce tiveram uma textura significativamente ($p<0,05$) mais macia do que a amostra preparada com farinha de trigo no tempo zero (Tabela 5). Houve aumento da dureza para todas as amostras após 2 dias de armazenamento. As amostras P3 e P4, com respectivamente, 15% e 20% de polvilho doce, apresentaram a maior dureza após 4 e 6 dias de armazenamento. Houve aumento significativo da dureza para todas as amostras entre 0 e 4 dias de armazenamento. O maior aumento da dureza foi observado para as amostras com maior teor de polvilho doce. Observou-se que até 2 dias após preparo, a textura dos pães com adição de polvilho doce obteve características semelhantes ao pão elaborado com 100% de farinha de trigo.

Amostras	Dureza (N)			
	0 dia	2 dias	4 dias	6 dias
P1	1,62±0,22b,A	3,28±0,23a,B	3,85±0,28b,C	6,32±0,45b,D
P2	1,39±0,17a,b,B	4,67±0,28b,C	7,87±0,66c,A	8,40±0,60c,A
P3	1,34±0,09a,b,B	8,04±0,62d,C	11,07±0,95a,A	11,47±1,70a,A
P4	1,15±0,15a,A	7,03±0,46c,B	11,33±0,94a,C	12,72±0,81a,D

Tabela 5 - Textura das amostras de pão após 0, 2, 4 e 6 dias de preparo.

*Valores expressos como média ± desvio padrão (n=5). Valores seguidos de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,05$). P1 – pão com 100% de farinha de trigo, P2 a P4 – pão com, respectivamente, 10%, 15% e 20% de polvilho doce.

O aumento da dureza tem sido atribuído principalmente a pães com menor volume específico devido à descontinuidade do glúten, o que sugere que o polvilho doce, além de descontinuar a rede proteica, aumenta a dureza dos pães ao longo do armazenamento (TUNCEL *et al.*, 2014).

4 I CONCLUSÃO

No presente estudo, observou-se que o tempo de estabilidade da massa foi reduzido na presença de polvilho doce. A força geral do glúten (W) reduziu para as amostras contendo polvilho doce na substituição parcial da farinha de trigo. As amostras de pães elaboradas com polvilho doce conferiram aos pães de *hot-dog* características típicas e desejáveis até 2 dias após o armazenamento. Na análise da cor do miolo, observou-se diferença significativa comparada à amostra padrão. As amostras com adição de polvilho doce foram mais macias que o padrão logo após a cocção e perderam maciez mais rapidamente ao longo do armazenamento. Observa-se que é possível utilizar o polvilho doce como alternativa para produção de pão de hot-dog, contudo, essa substituição afeta diretamente as características viscoelásticas da massa bem como o volume específico e a textura dos pães.

REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Aproved Methods of the American Association of Cereal Chemists.**v.2, n.9. 1995.

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Aproved Methods of the American Association of Cereal Chemists**.v.1, n.11.1999.

AIB. AMERICAN INSTITUTE OF BAKING. **Standard Procedure White Pan Bread Firmness Measurement.** Disponível em: https://www.aibonline.org/ researchandtechnical/services/ prodqualityeval/AIBTextureAnalysis%20Procedures.pdf. Acesso em: 28 de outubro de 2016.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

ABIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS. **Compêndio da legislação de alimentos: atos do Ministério da Saúde**. São Paulo, 2000.

BIONDI, S. H. S. Qualidade da Farinha de Trigo: Conceito, Fatores Determinantes e Parâmetros de Avaliação de Controle. Campinas: **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 2003. p. 41-62.

BORCHIANI, C.; MASMOUDI, M.; BESBES, S.; ATTIA, H.; DEROANNE,C.; BLECKER, C. Effect of date flesh fiber concentrate addition on dough performance and bread quality. **Journal of Texture Studies**, v.42, n.4, p. 300-308, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 90, de 17 de outubro de 2000. Regulamento técnico para fixação da identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 out. 2000. Seção 1, p.29.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 03 junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 jun. 2005. Seção 1, n. 105.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da panificação**. 2. ed. Barueri: Manole, 2009. 440 p.

CONTADO, E.W.N.F. et al. Composição centesimal da mucilagem do inhame (*Dioscorea spp.)* liofilizado comparado a de um melhorador comercial utilizado na panificação e avaliação sensorial de pães de forma. **Ciência & Agrotecnologia**., Lavras, v. 33, Edição Especial, 2009, p. 1814.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010, p. 235.

DELAHAYE, E. P.; JIMÉNEZ, P.; PÉREZ, E. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and funcional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**, Pullman, v. 68, n. 1, p. 1-7, 2005.

DEMIATE, I. M.; CEREDA, M. P. Some physico-chemical characteristics of modified cassava starches presenting baking property. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 36-46, 2000.

DEMIRKESEN, L.; MERT, B.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 96, n. 2, p. 295-303, 2010.

GOMES, A. M. M., DA SILVA, C. E. M., RICARDO, N. M. P. S., SASAKI, J. M., GERMANI, R. Impact of annealing on the physicochemical properties of unfermented cassava starch. **Starch**, v. 56, n. 9, p. 419-423, 2004.

JIAMYANGYUEN, S.; SRIJESDARUK, V.; HARPER, W. J. Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread. **Journal of Science and Technology,** v. 27, n. 1, p. 55-64, 2005.

LACERDA, D. B. C. L.; SOARES, J. M. S.; BASSINELLO, P. Z.; SIQUEIRA, B. S.; KOAKUZU, S. N. Qualidade de biscoitos elaborados com farelo de arroz extrusado em substituição à farinha de trigo e fécula de mandioca. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 59, n. 2, p. 199-205, 2009.

LAOKULDILOK, T.; SHOEMAKER, C. F.; JONGKAEWWATTANA, S.; TULYATHAN, V. Antioxidants and antioxidant activity of several pigmented rice brans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 59, n. 1, p. 193-199, 2011.

MAZIERO, M. T.; ZANETTE, C. M.; STELLA, F. M.; WASZCZYNSKYJ, N. Pão com adição de inhame. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n.2, p. 01-06, 2009.

MOHAMED, A.; XU, J.; SINGH, M. Yeast leavened banana-bread: Formulation, processing, colour and texture analysis. **Food Chemistry**, v.118, p.620–626, 2010.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de Composição de Alimentos: Suporte para decisão nutricional**. 2.ed. São Paulo, 2002, p.40.

SAIRAM, S.; GOPALA KRISHNA, A. G.; UROOJ, A. Physico-chemical characteristics of defatted rice bran and its utilization in a bakery product. **Journal of Food Science and Technology**. Karnataka, v. 48, n. 4, p. 478-483, 2011.

TUNCEL, N. B.; YILMAZ, N.; KOCABIYIK, H.; UYGUR, A. The effect of infrared stabilized rice bran substitution on physicochemical and sensory properties of pan breads: part I. **Journal of Cereal Science**, London, v. 59, n. 2, p. 155-161, 2014.

VIEIRA, J. C.; MONTENEGRO, F. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2574-2579, 2010.

CAPÍTULO 9

DOCE EM MASSA DE GRAVIOLA (*Annona muricata* L.) COM REDUZIDO VALOR CALÓRICO: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Data de aceite: 01/08/2021

Ana Lúcia Fernandes Pereira
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos e Programa de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/7841826430721579

Clara Edwiges Rodrigues Acelino
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8371751077789305

Romário de Sousa Campos
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/7321858964031955

Bianca Macêdo de Araújo
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
http://lattes.cnpq.br/7062502707013288

Virgínia Kelly Gonçalves Abreu
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos e Programa de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8557075957484486

Tatiana de Oliveira Lemos
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/0782010869554023

Francineide Firmino
Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6748526841783759

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi desenvolver doces em massa de graviola com reduzido valor calórico. Para isso, foram elaboradas quatro formulações de doce em massa de graviola com redução de açúcar: F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%) e F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%). Foram realizadas analises físico-químicas deatividade de água, sólidos solúveis totais, pH, vitamina C, açúcares redutores e totais ecor. A aceitação sensorial foi avaliada mediante escala hedônica, escala ideal e intenção de compra. Para acidez total titulável, os maiores valores ($p<0,05$) foram para F2. F3 apresentou os menores valores ($p<0,05$) dos componentes de cor L* e b*. Para os atributos sensoriais, todas as formulações tiveram boa aceitação, sendo a consistência o atributo que mais se destacou por ter maiores valores, que variaram de 6,98 a 7,31. No que se refere aos dados avaliados na escala do ideal, para o atributo doçura, F1 apresentou os maiores percentuais na região do ideal e para acidez F2 apresentou os maiores valores. Para intenção de compra, F2 foi a que apresentou maiores valores na região de compraria. As

quatro formulações foram bem aceitas, evidenciando que a redução do teor de açúcar nos doces em massa de graviola é uma alternativa viável.
PALAVRAS - CHAVE: Doce de frutas. Edulcorantes. Sucralose. Xilitol.

GRAVIOLA (*Annona muricata* L.) MARMALADE WITH REDUCED CALORIC VALUE: DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION

ABSTRACT: The aim of this study was to develop soursop marmalade with reduced caloric value.Four formulations of soursop marmalade with sugar reduction were elaborated: F1 = marmalade with 25% sugarreduction; F2 = marmalade with 25% sugarreduction and added of sucralose (0.04%); F3 = marmalade with 25% sugarreduction and added of xylitol (10%) and F4 = marmalade with 25% sugarreduction and added of sucralose (0.02%) and xylitol (5%). The physical-chemical properties of water activity, total soluble solids, pH, vitamin C, reducing and total sugars and color were performed. Sensory acceptance was measured using hedonic scale, just-about-right scale and purchase intention. For titratable total acidity, the highest values ($p<0.05$) were for F2, F3 had lower values ($p<0.05$) of the color components L * and b *. For the sensory acceptance, all formulations had good acceptance, having the consistent the higher values, which ranged from 6.98 to 7.31. For the just-about-right scale, F2 had the highest percentages in the just-about-right region and the F2 the highest values of the acidity. For the purchase intention, F2 had the highest values in the region would buy. The four formulations were well accepted, evidencing the sugar reduction in the marmalade of soursop is a viable alternative.
KEYWORDS: Marmalade. Sweetener. Sucralose. Xylitol.

1 I INTRODUÇÃO

Segundo Sun et al. (2017)including three new compounds, annonamuricins A (1, a graviola (*Annonamuricata*L.) é um fruto da família Annonaceae que possui polpa adocicada e um sabor bastante apreciado. Além disso, esse fruto vem aumentando o seu consumo devido suas propriedades sensoriais e benefícios a saúde (QAZI et al., 2018; SUN et al., 2014). De acordo com Dahiya e Dahiya (2021), a graviola tem sido amplamente utilizadana preparação de xaropes, doces, bebidas e sorvetes.

Segundo Lima, Alves e Filgueiras (2010), a alta perecibilidade da graviola e o curto período de conservação após a colheita têm sido responsáveis por altos índices de perdas e por dificuldades no abastecimento de mercados tradicionais e potenciais de consumo da fruta fresca. Desta forma, o uso do fruto em doce em massa com redução de açúcar pode diminuir o desperdício dessa produção excedente, além de atender as necessidades do consumidor por uma alimentação mais saudável e manter as indústrias de doces competitivas no mercado atual (CHIM; ZAMBIAZI; RODRIGUES, 2017).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define alimentos *light* como aqueles que apresentam redução mínima de 25% do teor de qualquer um dos constituintes inclusos na categoria dos alimentos dietéticos, que especificamente para doces consiste

na redução do conteúdo de açúcares (BRASIL, 2003). Em estudos sobre o uso de novos edulcorantes, Manhani et al. (2014) destacaram que a redução do açúcar e a sua substituição por edulcorantes em doces é uma alternativa na prevenção de patologias como diabetes, obesidade, cáries, entre outras.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver doce em massa de graviola com reduzido teor de açúcar, visando o melhor aproveitamento da graviola, com o intuito de aumentar as opções de alimentos de reduzido valor calórico no mercado.

2 l MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Desenvolvimento das formulações de doce em massa de graviola

Nesse estudo, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5, ou seja, 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 observações. Assim, os tratamentos foram: F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%) (Tabela 1).

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	F1	F2	F3	F4
Polpa de graviola	66,66	66,66	66,66	66,66
Açúcar	33,34	33,34	33,34	33,34
Pectina[1]	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato de cálcio[2]	0,08	0,08	0,08	0,08
Sucralose	0,00	0,04	0,00	0,02
Xilitol	0,00	0,00	10,00	5,00

Tabela 1 – Formulações de doce em massa de graviola com reduzido valor calórico.

F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%). [1]Pectina de baixo teor de metoxilação adicionado 2% em relação ao teor de açúcar. [2]Adicionado 40 mg para cada 1g de pectina adicionada.

Para elaboração dos doces em massa de graviola com redução de açúcar foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas, açúcar, pectina de baixo teor de metoxilação, fosfato de cálcio e edulcorantes (sucralose e xilitol), os quais foram obtidos no comércio local da cidade de Imperatriz, MA.

Inicialmente, dissolveu-se a pectina e o fosfato de cálcio em água e, em seguida juntou-se os demais ingredientes. A mistura foi submetida à cocção em tacho aberto de aço inoxidável com agitação contínua. A concentração dos doces foi determinada a partir do teor de sólidos solúveis totais utilizando-se refratômetro digital (Hanna Instruments, HI96801, Woonsocket, Estados Unidos). O processo foi concluído quando o doce atingiu aproximadamente 50ºBrix. Os doces foram envasados a quente em embalagens de polipropileno, invertidos, resfriados com banho de gelo e armazenados em temperatura ambiente (25 °C).

Os doces foram submetidos às análises físico-químicas (atividade de água, teor de sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, vitamina C, açúcares redutores e totais e cor) e a avaliação sensorial.

2.2 Análises físico-químicas das formulações de doce em massa de graviola

A atividade de água foi realizada a 25°C por medida direta nas amostras de doce em massausando equipamento digital (Aqualab®, 4TE, São José dos Campos, São Paulo).

A determinação de sólidos solúveis totais foi realizada usando refratômetro digital (Hanna Instruments, HI96801, Woonsocket, Estados Unidos) com escala de 0 a 85ºBrix. Os resultados foram expressos em ºBrix.

Para determinação do pH, 10g de doce foram dissolvidos em 100 mL de água. Em seguida, foi feita a leitura da solução em pHmetro (Biotech, mPa-210,Piracicaba, Brasil), calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7.

A acidez total titulável foi determinada por método titulométrico com solução dehidróxido de sódio (0,1M), usando como indicador a fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os resultados foram expressos em grama de ácido cítrico/ 100 g de doce.

O teor de vitamina C foi obtido por titulometria baseado na redução do indicador DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,2%) até coloração rósea clara permanente. Os resultados foram expressos em mg de vitamina C/ 100 g de doce (BRASIL, 2005).

Os açúcares redutores foram determinados por espectrofotometria a 540 nm, utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS), de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados obtidos foram expressos em grama de glicose/ 100 g de doce em massa. Na determinação dos açúcares totais, procedeu-se primeiramente uma hidrólise com ácido clorídrico P.A. Os açúcares totais foram determinados por espectrofotometria a 540 nm, utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS), de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados obtidos foram expressos em grama de glicose / 100 g de doce em massa.

As determinações para cor instrumental foram realizadas utilizando espectrofotômetro (Minolta, CM2300D, Tokyo, Japão) operando no sistema CIE, onde foram medidos três parâmetros: L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo).

2.3 Avaliação sensorial das formulações de doce em massa de graviola

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão, Brasil (CAAE 31059920.7.0000.5087). A avaliação sensorial foi realizada por 100julgadores não treinados. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais com incidência de luz branca, sob condições controladas.

As amostras (aproximadamente 15 g), codificadas com três dígitos aleatórios, seguindo-se delineamento de blocos completos balanceados com relação à ordem de apresentação, foram servidas utilizando copos descartáveis de 50 mL. A aceitação das formulações para os atributos impressão global, cor, aparência, aroma, sabor e consistência foi avaliada através da escala hedônica estruturada de 9 pontos, ancorada nos extremos pelos termos "desgostei muitíssimo" e "gostei muitíssimo" (STONE; SIDEL; SCHUTZ, 2004).

Foi utilizada também escala do ideal de 9 pontos, ancorada nos extremos por "extremamente mais forte que o ideal" e "extremamente menos forte que o ideal" para avaliar os termos doçura e acidez. A intenção de compra do produto foi avaliada mediante escala estruturada mista de 5 pontos, ancoradas nos extremos por "certamente não compraria" e "certamente compraria (MEIGAARD, M.; CIVILLE G. V.; CARR B. T., 1991).

2.4 Análise dos dados

Os dados das análises físico-químicas e os dados dos atributos avaliados mediante escala hedônica foram analisados utilizando-se o software XLSTAT (ADDINSOFT PARIS, FRANCE). Os valores médios das análises físico-químicas foram avaliados segundo modelo inteiramente casualizado, pelo procedimento ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os dados da escala hedônica foram avaliados por meio do teste não paramétrico de Friedman a (5%).

Para os dados da avaliação sensorial determinados pela escala do ideal, as notas foram agrupadas em regiões: acima do ideal (percentuais de frequência das categorias de +1 a +4), ideal (percentuais de frequência da categoria 0) e abaixo do ideal (percentuais de frequência das categorias de -1 a -4). Para intenção de compra, os percentuais das categorias "certamente compraria" e "provavelmente compraria" foram somados e denominados como região de "Compraria"; os percentuais da categoria "tenho dúvidas se compraria" foram denominados de região de "Talvez compraria". Já os percentuais das categorias "certamente não compraria" e "provavelmente não compraria" foram somados e denominados de região de "Não compraria".

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas das formulações de doce em massa de graviola

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios das análises de atividade de água, teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável, vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais e correferentes as formulações de doce em massa graviola com reduzido valor calórico.

	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Atividade de água	0,91±0,03[a]	0,91±0,01[a]	0,89±0,02[a]	0,90±0,01[a]
SST[1]	52,66±1,48[a]	53,58±3,13[a]	52,62±2,86[a]	52,92±0,60[a]
pH	4,04±0,06[a]	4,25±0,30[a]	4,02±0,07[a]	4,07±0,05[a]
ATT[2]	0,75±0,02[b]	0,81±0,02[a]	0,72±0,02[b]	0,54±0,02C
Vitamina C[3]	16,70±6,58[a]	16,70±6,58[a]	16,70±6,58[a]	14,30±5,37[a]
Açúcares redutores[4]	7,08±2,79[a]	8,76±0,20[a]	6,66±1,53[a]	7,80±1,11[a]
Açúcares totais[4]	54,93±4,72[a]	53,51±3,43[a]	52,29±4,22[a]	53,54±7,05[a]
L*	46,21±3,68[a]	46,18±1,71[a]	37,60±1,48[b]	40,05±5,38[ab]
a*	-1,11±0,34[a]	-1,22±0,20[a]	-0,98±0,28[a]	-0,94±0,47[a]
b*	4,79±0,67[a]	4,16±0,76[ab]	3,08±0,36[b]	3,82±0,59[ab]

Tabela 2 – Análises físico-química de doces em massa de graviola com reduzido valor calórico.

F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%). [a-b]Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de Tukey ($p<0,05$).[1]SST = Sólidos solúveis totais; [2]ATT = Acidez total titulável (g ácido cítrico/100 g);[3]Vitamina C (mg/ 100 g); [4]Açúcares totais (g de glicose/100 g)* L*= luminosidade; a* =intensidade de vermelho, b* =intensidade de amarelo.

Os valores de atividade de água, sólidos solúveis totais, pH, vitamina C, açúcares redutores e totais e intensidade de vermelho (a*) não variaram ($p>0,05$) entre as formulações de doce em massa de graviola (Tabela 2).

Os valores de atividade de água variaramde 0,89 a 0,91 entre as formulações de doce em massa de graviola. De acordo Belović et al. (2017), atividade de água abaixo de 0,86 são necessárias para garantir uma boa estabilidade microbiológica. Esses autores obtiveram valores entre 0,90 e 0,96 em geléias com reduzido valor calórico e concluíram que esses produtos podem ter vida útil mais curta, necessitando do uso de conservantes. Desta forma, no presente estudo também haverá a necessidade de adição de conservantes em virtude da alta atividade de água encontrada.

Os teores de SST das formulações de doce em massa de graviola variaram de 52,62

a 53,58 °Brix.Valores similares foram reportados por Zambiazi, Chim e Bruscatto (2006) em geléias de morango *light*. De acordo com esses autores os menores teores de sólidos solúveis totais das geleias *light* quando comparadas as convencionais, é resultante do menor conteúdo de açúcar adicionado.

O pH das formulações de doce em massa de graviolavariou de 4,02a 4,25. Arévalo-Pinedo et al.(2013) encontraram valores de pH variando entre 4,60 e 4,61 em geléia *light* de araticum. Segundo Seravalli e Ribeiro (2004), a pectina de baixo teor de metoxilação é menos sensível ao pH, podendo formar géis na faixa de 2,5 a 6,5. Diante disso, o pH encontrado no estudo está dentro da faixa de formação do gel.

O teor de vitamina C dos doces em massa de graviola no presente estudo variou de 14,30 a 16,70 mg/ 100 g.Esses valores são maiores do que os reportados por De Oliveira, Godoy e Prado(2010), avaliando o teor de vitamina C de diferentes geleias (laranja, rosela, acerola com goiaba, acerola com rosela, acerola com maná, acerola com maracujá, acerola, acerola com banana e goiaba com rosela), onde os valores não ultrapassaram 6,08 mg/ 100 g.

Quanto aos valores de açucares redutores, estes variaram de 6,66 a 8,76%, onde consistem nos açúcares presentes na fruta, que na sua maioria são compostos de glicose e frutose presentes naturalmente como também podem ser provenientes da inversão de parte da sacarose. O teor de açúcares totais das formulações de doce em massa de graviola variou entre 52,29e 54,93%. Esses valores estão coerentes com as formulações testadas, visto que o teor de SST foi padronizado em torno de 50 °Brix.

Para acidez total titulável, os maiores valores ($p<0,05$) foram para F2 seguida de F1 e F3, com F4 tendo os menores valores ($p<0,05$) (Tabela 2). Almeida et al.(2009), avaliando formulações de doce em massa de goiaba com diferentes edulcorantes, também observaram que a formulação contendo só sucralose foi a que apresentou maiores teores de acidez. O teor de acidez das formulações de doce em massa de graviola variou de 0,54% a 0,81%.

De acordo com Lago, Gomes e Da Silva (2006), em produtos como doce e geleias, a acidez total não deve exceder a 0,8%, e o mínimo indicado é de 0,3% para não proporcionar prejuízos na formação do gel, não afetando assim a elasticidade do doce devido à hidrólise da pectina.

Quanto ao componente de cor L*, F3 apresentou os menores valores ($p<0,05$) quando comparado a F1 e F2 (Tabela 2). Para o componente de cor b*, F3 teve menores valores ($p<0,05$) que F1 (Tabela2). De acordo com Nogueira e Jesus (2014), a cor de doces e geléias expressa pelos parâmetros estudados de colorimetria, indica o índice detransformação natural dos alimentos frescos, assim como, as mudanças ocorridas no processo industrial, onde, os doces dietéticos, por não terem adição de açúcar, requerem um maior tempo decocção até se alcançar o teor de sólidos solúveis desejados. O aquecimento prolongado apresenta efeitos negativos, como o escurecimento não enzimático, devido à

reação de Maillard, caramelização e destruição de pigmentos, gerando alterações na cor final do produto.

De acordo com De morais et al. (2017), a menor luminosidade está associada àformação de compostos escuros, e a redução do componente de cor b* relacionada com a degradação dos carotenoides presentes na polpa. Desta forma, as formulações adicionadas somente de xilitol apresentaram esses efeitos negativos. No entanto, vale ressaltar que esses efeitos negativos não foram percebidos pelos consumidores, uma vez que na avaliação sensorial a média de cor da formulação contendo somente xilitol não diferiu significativamente das demais (Tabela 3).

3.2 Avaliação sensorial das formulações de doce em massa de graviola

No presente estudo, 50% dos julgadores eram do sexo feminino e 50% do sexo masculino. A maioria dos julgadores tinha idade entre 18-25 anos (91%) e ensino superior incompleto (91%). Quanto ao grau de gostar de doces de frutas, a maioria dos julgadores (92%) afirmou gostar desse produto. Quanto a frequência de consumo de doces de frutas, (8%) disseram consumir diariamente, (26%) de 2 a 3 vezes por semana, (30%) quinzenalmente, (26%) mensalmente, (7%) semestralmente e (3%) não costumavam consumir doces de frutas. Quanto ao grau degostar de graviola, a maioria (44%) dos julgadores disse gostar e (37%) afirmaram nem gostar nem desgostar.

Para os atributos sensoriais (impressão global, cor, aparência, aroma, sabor e consistência) não foram observadas diferenças significativas entre as formulações de doce em massa de graviola. Além disso, todas as formulações apresentaram boa aceitação, visto que as médias variaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”, sendo o atributo consistência o que mais se destacou com as maiores médias (Tabela 3). Esse resultado evidencia que mesmo F1, em que houve a redução de açúcar sem o acréscimo de edulcorante, teve boa aceitação, mostrando que a elaboração do doce em massa de graviola com reduzido valor calórico é uma alternativa viável. É importante ressaltar que a maioria (82%) dos julgadores que participaram da análise sensorial afirma não consumir produtos com redução de açúcar.

	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Impressão global	6,83±1,60^{a}	6,82±1,45^{a}	6,63±1,69A	6,87±1,68^{a}
Cor	6,64±1,73^{a}	6,62±1,72^{a}	6,52±1,79A	6,82±1,75^{a}
Aparência	6,72±1,72^{a}	6,71±1,66^{a}	6,72±1,76A	6,84±1,72^{a}
Aroma	5,78±2,02A	6,03±1,89^{a}	6,08±1,98A	6,16±2,03^{a}
Sabor	6,83±1,86^{a}	7,06±1,62^{a}	6,70±1,83A	6,72±1,85A
Consistência	7,31±1,51^{a}	7,20±1,45^{a}	7,08±1,60A	6,98±1,86^{a}

Tabela 3 – Aceitação sensorial de doce em massa de graviola com reduzido valor calórico.

F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%). $^{a-b}$Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de Friedman (p<0,05).

De acordo com Silva et al. (2012), o sabor residual conferido por edulcorantes é uma das principais dificuldades nodesenvolvimento de produtos *diet e light*. Portanto, no presente estudo o resultado obtido foi satisfatório visto que não houve diferença da aceitação dos produtos.

No que se refere aos dados avaliados na escala do ideal, para o atributo doçura, F1 apresentou os maiores percentuais na região do ideal (49%). Já F2, F3 e F4 tiveram maiores percentuais na região acima do ideal (43, 43 e 44%, respectivamente) (Figura1a).Portanto, para os consumidores o doce em massa com reduzido valor calórico, não necessitava da adição dos edulcorantes para a idealidade da doçura.

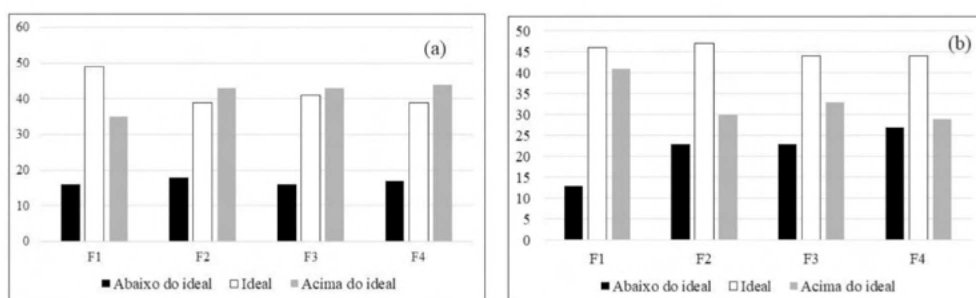


Figura 1: Percentuais de região acima do ideal, ideal e abaixo do ideal para doçura (a) eacidez(b) de doce em massa de graviola com reduzido valor calórico.

F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%).

Para o atributo acidez, todas as formulações tiveram os maiores percentuais na

região do ideal. F2 teve os maiores percentuais (47%), seguida de F1 (46%) e F3 e F4 (44%) (Figura 1b). O maior percentual na região do ideal para F2 indica que a maior acidez total titulável (Tabela 2) proporcionou maior aceitação dos doces em massa de graviola.

A pesquisa de intenção de compra das formulações de doce de graviola (Figura 2) evidenciou a boa aceitação dos atributos avaliados, pois os maiores percentuais foram na região de compraria. Os maiores percentuais nessa região foram para F2 (62%), seguida de F1 (57%), F3 (53%) e F4 (48%).Esse resultado evidencia que a formulação F2 teve uma maior aceitação em relação às demais.

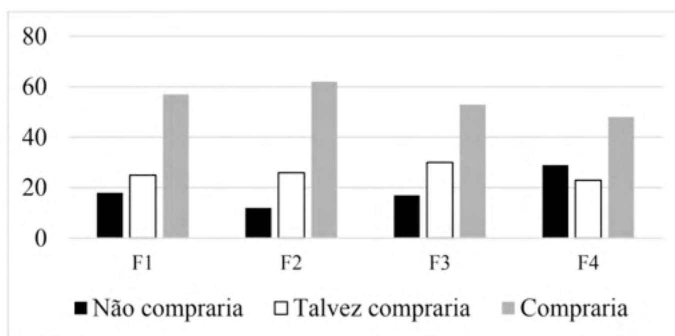


Figura 2: Intenção de compra de doce de graviola com reduzido valor calórico.

F1= doce com redução de 25% de açúcar; F2 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,04%); F3 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol (10%); F4 = doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose (0,02%) e xilitol (5%).

Resultado similar foi reportado por Almeida et al. (2009) em estudo utilizando diferentes edulcorantes em doce em massa de goiaba. Esses autores concluíram que as goiabadas elaboradas com a sucralose tiveram boa aceitação, podendo ser uma opção para indivíduos que precisam adotar uma dieta utilizando alimentos para fins especiais.

4 I CONCLUSÃO

As quatro formulações de doce em massa de graviola com reduzido valor calórico não apresentaram diferenças em relação às análises físico-químicas de atividade de água, sólidos solúveis totais, pH, vitamina C, açúcares redutores e totais e intensidade de cor vermelha.

A formulação 2 (doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose) foi a que teve maior acidez total titulável, a qual aumentou a aceitação dessa formulação pelos consumidores. Já a formulação 3 (doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de xilitol)apresentou os menores valores dos componentes de cor L* e b*.

Com relação à avaliação sensorial, todas as formulações foram bem aceitas, tendo a formulação 2 (doce com redução de 25% de açúcar e adicionado de sucralose) se destacado para o atributo acidez, medido pela escala do ideal, e também para intenção

de compra.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. et al. Análise de perfil de textura e aceitabilidade sensorial de goiabadas desenvolvidas com diferentes edulcorantes. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 697–704, 2009.

ARÉVALO-PINEDO, A. et al. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (Annona crassiflora). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, p. 397–403, 2013.

BELOVIĆ, M. et al. Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. **Food Chemistry**, v. 237, p. 1226–1233, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde. 1018p, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. p. 1, 2003.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; RODRIGUES, R. DA S. Caracterização físico-química e sensorial de doce de pêssego convencional e daqueles com baixo valor calórico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 19, p. 45–51, 2017.

DAHIYA, R.; DAHIYA, S. Natural bioeffective cyclooligopeptides from plant seeds of Annona genus. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 214, p. 113221, 2021.

DE MORAIS, E. C. et al. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum in natura e pasteurizada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

DE OLIVEIRA, R. G.; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Optimization of a colorimetric method to determine ascorbic acids in fruit jelly. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 244–249, 2010.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 6. ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 1020p, 2008.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; DA SILVA, R. Production of jambolan (Syzygium cumini Lamarck) jelly: Processing, physical-chemical properties and sensory evaluation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 847–852, 2006.

LIMA, M. A. C. DE; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Respiratory behavior and softening of soursop fruit (Annona muricata L.) afterpostharvest treatments with wax and 1-methylcyclopro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 155–162, 2010.

MANHANI, T. M. et al. Sacarose, Suas Propriedades e os Novos Edulcorantes. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 17, n. 1, p. 113, 2014.

MEIGAARD, M.; CIVILLE G. V.; CARR B. T. Sensory evaluation techniques. 2 nd ed. Flórida: **CRC Press**, p. 354, 1991.

MILLER, G. L. Use of dinitro salicylicandre agent for determination of reducing sugar. **Analytical**

Chemistry, v. 31, p.426- 428, 1959.

NOGUEIRA, J. P.; JESUS, M. A. C. L. Desenvolvimento, avaliação físico – química, sensorial e colorimétrica da geleia de seriguela *diet.* **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, p. 1531-1544, 2014.

QAZI, A. K. et al. Emerging therapeutic potential of graviola and its constituents in cancers. **Carcinogenesis**, v. 39, n. 4, p. 522–533, 2018.

SERAVALLI, E. A. G.; RIBEIRO, E. P. Química de Alimentos. São Paulo: **Edgard Blucher Ltda**, 2004.

SILVA, C. M. R. et al. Elaboração de geleias mistas, nas formulações tradicional, light e diet a partir da casca do maracujá amarelo (passiflora edulis flavicarpa degener) - Jun.2011. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 2, p. 770–780, 2012.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; SCHUTZ, H. G. **Sensory Evaluation Practices**. 3. ed. Boston: Elsevier, 2004.

SUN, S. et al. Three new anti-proliferative Annonaceous acetogenins with mono-tetrahydrofuran ring from graviola fruit (Annona muricata). **Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters**, v. 24, n. 12, p. 2773–2776, 2014.

SUN, S. et al. Novel Annonaceous acetogenins from Graviola (*Annona muricata*) fruits with strong anti-proliferative activity. **Tetrahedron Letters**, v. 58, n. 19, p. 1895–1899, 2017.

ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M.Avaliação das características e estabilidade de geléias *light* de morango. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 165-170, 2006.

CAPÍTULO 10

FABRICAÇÃO DE GELEIA A BASE DE GOIABA VARIANDO A QUANTIDADE DE CONDIMENTOS

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 26/05/2021

Thiago Depieri
Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Toledo, Paraná, Brasil

Jeancarlo Souza Santiago
Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) Toledo, Paraná, Brasil

Gustavo Belensier Angelotti
Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Toledo, Paraná, Brasil

Lucas Marques Mendonça
Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Toledo, Paraná, Brasil

Lucas Rodrigues Lopes
5Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Toledo, Paraná, Brasil

Welberton Paulino Mohr Alves
6Graduando de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Toledo, Paraná, Brasil

RESUMO: Hoje com aumento da população mundial a fabricação de produtos se tornou mais importante, onde a produção de alimentos de maior qualidade e de melhor aceitação no mercado é de extrema importância para obter uma boa lucratividade. Este trabalho teve como objetivo fabricar geleia condimentar a base de goiaba de boa qualidade e procedência, variando a quantidade condimentos sendo utilizado morango. A metodologia do trabalho foi desde os frutos in natura até a fabricação das geleias, onde teve os procedimentos determinados com base da Legislação Brasileira de Alimentos. As determinações analíticas foram utilizadas os seguintes fatores, como o pH, a acidez, a umidade, a atividade de água, cinzas e o °Brix, já na avalição sensorial de aceitação, a avaliação foi realizada com 50 provadores, onde estes receberam uma ficha contendo os atributos sensórias em um teste hedônica estruturada mista de nove pontos. Os resultados dos dados físico-químico e sensórias foram analisados por meio de variância, com diferenças significativas entre as médias de 5%. Os componentes utilizados influenciaram os resultados como acidez, as amostras A e B não diferem entre si, sendo superiores a amostra C. Para grau brix, a amostra A se difere da amostra C, e amostra B se mostrou semelhante a ambas. Com todos os fatores analisados separadamente as amostras A e B superaram a amostra C. quando avaliados todos os fatores no geral a amostra A supera as demais.

PALAVRAS - CHAVE: *Psidium guajava*, *Fragaria × ananassa,* processamento de frutas**,** conservação, transformação**.**

ABSTRACT - Today, with the increase of the world population, the manufacture of products has become more important, where the production of

food of higher quality and better acceptance in the market is of extreme importance to obtain a good profitability. This work aimed to manufacture jelly seasoning the base of guava of good quality and origin, varying the quantity condiments being used strawberry. The methodology of the work was from the natural fruits to the production of the jellies, where the procedures were determined based on the Brazilian Food Legislation. The analytical determinations were used the following factors, such as pH, acidity, humidity, water activity, ash and the °Brix, already in the sensorial evaluation of acceptance, the evaluation was performed with 50 tasters, where they received a form containing the sensory attributes in a nine-point mixed structured hedonic test. The results of the physicochemical and sensory data were analyzed by means of variance, with significant differences between the averages of 5%. The components used influenced the results such as acidity, samples A and B do not differ from each other, being higher than sample C. For grade Brix, sample A differs from sample C, and sample B was similar to both. With all the factors analyzed separately, samples A and B surpassed sample C. when all the factors in general were evaluated, sample A surpasses the others.
KEYWORDS*:* *Psidium guajava, Fragaria Ananassa*, fruit processing, conservation, processing.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as geleias de frutas podem ser consideradas como o segundo produto em importância industrial para a indústria de conservas de frutas, já países europeus, ela tem um grande papel de tanto no consumo quanto na qualidade (EMBRAPA, 2003).

De Norte a Sul do Brasil se tem o consumo de geleias sendo elas de diferentes formas com mudança de sabor, cor e textura, de que fazem parte da cultura gastronômica brasileira e são responsáveis geração de mais de 30 mil empregos formais e informais (MEC, 2007). De acordo com Associação Brasileira da Indústria de Alimentação as 550 registradas destinadas a produção de geleias e em estavam distribuídas em 25 estados e geravam mais de 15 mil empregos com presença marcante de pequenas empresas. Sendo que dessas 500 empresas geradas, 457 são de pequeno porte, ou seja, 83% do total. É considerado um mercado tradicional, que apresenta um crescimento de aproximadamente 8% ao ano, e conta com a participação significativa pequenos produtores (MEC, 2007; Ribeiro, 2005). Em cooperativas, e individuais, entre 2005 e 2007 constatou-se a de 585 empreendimentos em mais de 300 cidades 27 estados garantindo ocupação para 18.573 pessoas, e a comercialização faturamento anual de aproximadamente R$25 milhões (MTE, 2007).

Uma geleia de boa qualidade tecnológica deve conservar-se bem sem sofrer alterações, quando retirada do vidro, por exemplo, deve tremer sem escorrer, sendo macia ao cortar, porém, firme, e permanecer com os ângulos definidos. Não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa, devendo conservar o sabor o aroma da fruta original (EMBRAPA, 2009).

A Legislação Brasileira de Alimentos define as geleias de frutas como o produto

obtido pela colocação de frutas inteiras ou em pedaços, polpas ou sucos, com açúcar e água, e concentrado até a consistência ser gelatinosa (BRASIL, 1998).

A goiaba tem muita aceitação assim como o morango, sendo utilizadas pela indústria brasileira de conservas, criando uma abrangência de formas de aproveitamento, há uma alta demanda pela polpa congelada, tanto para indústrias de sucos com para a produção de sorvetes, doces e geleias. Tendo altos teores de vitamina C superando os frutos cítricos, destaca também pelo teor elevado de açúcar, vitamina A e vitaminas do grupo B.

A sua produção é em praticamente todo território brasileiro, tem um desenvolvimento satisfatórios em qualquer tipo de clima e solo, para a comercialização há a exigência de um bom aspecto, tamanho proporcionalmente grande e sem defeitos na aparência, podendo ser consumidas in natura, doces e geleias (Pio et al. 2010).

O morango pertence à família das rosáceas, sendo uma planta nativa das regiões de clima temperado da Europa e das Américas. É um pseudofruto, ou seja, origina-se de uma única flor com vários ovários, grande aceitação no mercado consumidor, por conta de sua coloração, aroma e a sabor agradável, sendo utilizado para diversos fins como in natura ou ingredientes para sobremesas.

No Brasil sua produção comercial é feita em diversos estados, com a variação de cultivares que adaptam ao clima subtropical ou temperado. Sendo rico em pectina e outras fibras solúveis e bioflavonóides como: Antocianina e o ácido elágico que são substância que ajuda a evitar alguns tipos de câncer, e são ricos em vitaminas C, A (Quinato et al. 2007).

As embalagens têm grande importância, pois, são destinadas para o acondicionamento de alimentos, com o objetivo de proteger, facilitar o transporte, a comercialização e o consumo dos alimentos, tendo embalagens de vidro, metálicas, madeira, plásticas. Sendo mais utilizado a embalagens de vidro para armazenamento de alimentos e bebidas preservando sabor e protegendo conta transmissão de gases, podendo ser reutilizado, já a embalagem plástica está sendo utilizadas, mas, são poucos resistentes ao calor e permitem alguma difusão de gases, vapores e sabores. O rótulo ou etiquetas são componentes que pertence a embalagem, tendo como principal função identificar o produto, o fabricante, e fornece informações sobre a origem, data de fabricação e validade, composição ou utilização do produto (Lovatto, 2016).

Este trabalho teve como objetivo fabricar geleia condimentar a base de goiaba de boa qualidade e procedência, variando a quantidade condimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Trabalho realizado no Laboratório de Tecnologia e Transformação de Produtos Agropecuários da Pontifícia Universidade Católica (PUC-PR) no campus Toledo, tendo início em agosto e término em novembro de 2018.

Ingredientes	Formulações		
	F-A	F-B	F-C
Goiaba	*1000*	700	300
Morango	----	300	700
Açúcar	125	110	100
Pectina	8	10	9

Figura 1 - Ingredientes e formulação da geleia de goiaba com morango.

Os procedimentos realizados para a fabricação da geleia foram: colocados as frutas cortadas em cubinhos de cerca de 3 cm numa tigela polvilhe com açúcar e deixe repousar no frio por cerca de 24 horas, 1 as frutas ao fogo em uma panela com 1/4 de água, deixe levantar fervura e com uma escumadeira retirando a espuma que se acumula por cima do preparado, 2: cozinhado por cerca de 40 minutos, 3 para ter a certeza do ponto ideal de cozedura das geleias, esfrie um prato na geladeira, depois com a escumadeira coloque um pouco da geleia sobre o prato, se gelificar rapidamente a geleia está cozida, 4 coloque no recipiente de vidro.

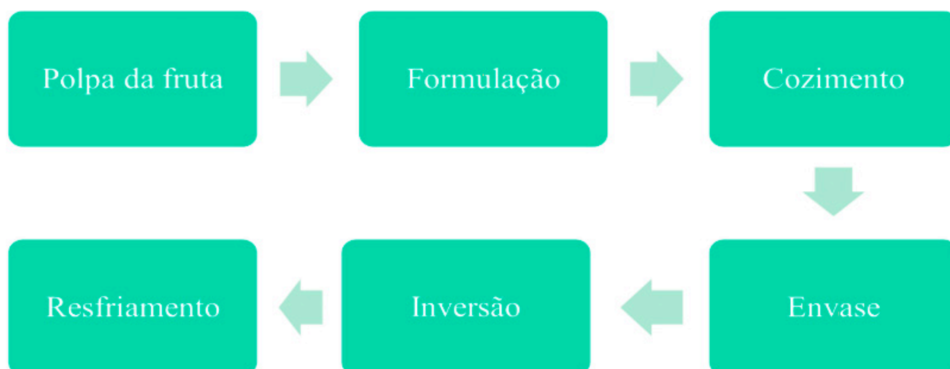


Figura 2 fluxograma de fabricação da geleia de goiaba com morango.

Abaixo estão descritas a determinações analíticas e seus procedimentos que serão realizados em triplicatas, para o pH: pesar 10 g da amostra em um béquer e dilua com auxílio de 100 ml de água. Agite o conteúdo até que as partículas, caso haja, fiquem uniformemente suspensas. Determine o pH, com o aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Acidez: pesar de 1 a 5 g ou pipete de 1 a 10 ml da amostra, transfira para um frasco Erlenmeyer de 125 ml com o auxílio de 50 ml de água. Adicione de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e titule com solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M, até coloração rósea.

Umidade: pesar de 2 a 10 g da amostra em cápsula de porcelana ou de metal, previamente tarada. Aqueça durante 3 horas. Resfrie em dessecador até a temperatura ambiente. Pese. Repita a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante, usando o cálculo: (100 x N) / P = umidade ou substância voláteis a 105°C m/m.

Atividade de água: pesar cerca de 5g de amostra de cada unidade experimental com medidor de atividade de água portátil. Primeiramente, foram feitos a verificação e ajuste da calibragem através da solução padrão de NaCl 6,0 M = 0,760 à temperatura ambiente. Mediram-se as amostras à temperatura ambiente, 11 homogeneizadas e colocadas nas capsulas para medição, tomando cuidados para evitar contaminação do sensor.

Cinzas: pesar 5 a 10 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Caso a amostra seja líquida, evapore em banho-maria. Seque em chapa elétrica, carbonize em temperatura baixa e incinere em mufla a 550ºC, até eliminação completa do carvão. Em caso de borbulhamento, adicione inicialmente algumas gotas de óleo vegetal para auxiliar o processo de carbonização. As cinzas devem ficar brancas ou ligeiramente acinzentadas. Em caso contrário, esfrie, adicione 0,5 ml de água, seque e incinere novamente. Resfrie em dessecador até a temperatura ambiente e pese. Repita as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante.

Brix°: é possível determinar a quantidade de soluto pelo conhecimento do índice de refração da solução aquosa. Esta propriedade é utilizada para determinar a concentração de sólidos solúveis em soluções aquosas de açúcar. Utilizar um refratômetro de imersão ou de Abbé, deve ser previamente calibrado com água.

Para avaliação da análise sensorial de aceitação, foram utilizados 50 provadores não treinados ao qual serão aplicadas fichas contendo os atributos sensoriais em um Teste de Escala hedônica estruturada mista de nove pontos.

Ficha para avaliação de aceitação e preferência de geleia de goiaba com morango.

Nome: ____.
Data: __ / __ / __.
Número da amostra: _______.

Você está recebendo uma amostra codificada de **geleia de goiaba com morango** acompanhada de faca e colher descartáveis, além de bolacha de sal ou torrada e água.

Avalie a amostra codificada e use a escala abaixo para indicar quanto você gostou ou desgostou da amostra de **geleia de goiaba com morango**:

9 – Gostei muitíssimo

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei ligeiramente

5 – Nem gostei, nem desgostei

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei muitíssimo

Em relação à **APARÊNCIA**: _____; _____; _____;
Em relação ao **AROMA**: _____; _____; _____;
Em relação ao **SABOR**: _____; _____; _____;
Em relação à **CONSISTÊNCIA**: _____; _____; _____;
Em relação a **ESPALHABILIDADE**: _____; _____; _____;
Em relação à **IMPRESSÃO GLOBAL**: _____; ______; _____;

Obrigado por participar de nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós.

Tabela 1 - Teste de escala hedônica estruturada mista.

Os dados físico-químicos e sensoriais foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) detectadas diferenças significativas entre as médias de ($p \leq 0{,}05$) os mesmos foram verificados pelo teste de Tukey, utilizando o Software estatístico Sisvar 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH e acidez são parâmetros essenciais na conservação de alimentos, e estão relacionados diretamente com o controle da atividade microbiana, enquanto a atividade de

água e umidade são umas das principais propriedades quando consideramos as etapas de processamentos, conservação e armazenamento de alimentos. Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008) o teor de sólidos solúveis (Brix°) em solução tem como finalidade determinar a concentração de sólidos solúveis. Na tabela 2 estão apresentados os valores médios de acidez titulavel, atividade de água, pH, Brix°, umidade e cinzas das geleias de goiaba e a interação de geleia de goiaba com morango.

Formulação	Acidez (%NaOH)	Atividade de água	pH	Brixº (°B)	Umidade (%)	Cinzas (%)
F - A	1,15±0,01a	0,98±0,00a	3,14±0,02a	13,77±0,29a	94,36±0,18a	0,57±0,13a
F - B	1,17±0,02a	0,98±0,00a	3,15±0,01a	13,44±0,00ab	88,48±0,02c	0,65±0,10a
F - C	1,09±0,01b	0,98±0,00a	3,14±0,02a	13,19±0,00b	89,94±0,08b	0,81±0,18a

F-A formulação A 100% goiaba, F-B formulação B 75% de goiaba e 25% de morango, F-C formulação C 25% goiaba e 75% morango. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ^{ns} não significativo.

Tabela 2 - Valores médios de acidez titulável, atividade de água, pH, Brix°, umidade e cinzas das amostras de geleias.

Os teores de pH, sólidos solúveis totais, acidez total e vitamina C ficaram dentro dos padrões de identidade e qualidade para a maioria de néctares de frutas estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2003). Os valores obtidos de pH (Tabela 2), impede o desenvolvimento de *Crostridium botulinum*, microrganismo altamente patogênico. Segundo GAVA (1995) para os produtos ácidos (pH ≤ 4.5) a possibilidade de desenvolvimento desses microrganismos é eliminada, não havendo assim, a produção da toxina, embora os esporos possam estar presentes e sobreviverem ao tratamento térmico.

Os teores de sólidos solúveis e acidez (% de ácido cítrico) ficaram dentro dos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2003), cujos teores mínimos são de 10°Brix para o néctar de manga, goiaba, acerola e 11° Brix para o néctar de maracujá e abacaxi, não sendo listadas na normativa, especificações de valores mínimos para os néctares de uva e morango. No entanto, a medida de sólidos solúveis e pH destes néctares teve como parâmetro os valores exigidos para as respectivas polpas de frutas na Instrução Normativa n°1 (BRASIL, 2000).

Na avaliação sensorial os resultados obtidos através do teste de escala hedônica das amostras de geleias de goiaba com morango, estão apresentados na Tabela 3.

A avaliação do produto com o uso da escala hedônica evidenciou diferença a 5% de significância entre as amostras para aparência, aroma, sabor, consistência, espalhabilidade e impressão global. Contudo, observou-se diferença a 5% de significância entre as

amostras para aparência onde a F-A foi com melhor aparência das demais, entretanto a F-A e F-B não tiveram diferença a 5% de significância no aroma, sabor, espalhabilidade e impressão global, ao comparar a F-A e F-C só não houve diferença a 5% de significância na consistência.

Formulação	Aparência	Aroma	Sabor	Consistência	Espalhabilidade	Impressão Global
F - A	7,03±0,16a	6,87±0,33a	7,19±0,20a	6,08±0,18a	6,90±0,34a	7,31±0,22a
F - B	5,93±0,27b	6,74±0,16a	6,69±0,28a	4,96±0,11b	6,67±0,24a	7,23±0,20a
F - C	6,34±0,38b	5,90±0,42b	5,73±0,41b	5,93±0,04a	5,90±0,44b	5,86±0,32b

F-A formulação A 100% goiaba, F-B formulação B 75% de goiaba e 25% de morango, F-C formulação C 25% goiaba e 75% morango. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ^{ns} não significativo.

Tabela 3 - Valores médios da avaliação sensorial dos atributos das geleias de goiaba com morango, aparência, aroma, sabor, consistência, espalhabilidade e impressão global.

Os valores obtidos na avaliação sensorial foram de grande valia para o projeto, pois assim foi possível obter outras avaliações e outros pontos de vista sobre as amostras. Na questão aparência a amostra A superou as demais, já as amostras B e C obtiveram uma nota semelhante. No aroma a amostra A e B obtiveram notas semelhantes, já a amostra C se mostrou "inferior" as demais. No sabor a amostra A e B também obtiveram notas semelhantes, ou sem diferença significativa, já a mostra C se mostrou "inferior". A consistência das amostras A e C não tiveram uma diferença significativa obtendo uma nota maior que a amostra B. A textura ou espalhabilidade as amostras A e B obtiveram uma maior nota, que a C que obteve uma nota consideravelmente menor. Na impressão global as amostras A e B não obtiveram uma diferença significativa de novo sendo ambas superiores a amostra C. Todos esses fatores foram avaliados com uma significância de 1% utilizando o teste F.

Na figura 2 está representa as médias da avaliação sensorial dos seguintes atributos aparência, aroma, sabor, consistência, espalhabilidade e impressão global. Ao avaliar a Figura 2 podemos observar a diferença das médias das amostras, podemos observar que nos atributos impressão global, aroma, sabor e espalhabilidade a F-A e F-B foram semelhantes e superiores a F-C, ao comparamos a F-A com a F-C foram semelhantes superiores nos atributos de consistência, aroma, e a F-B e F-C foram semelhantes e inferior a F-A na aparência.

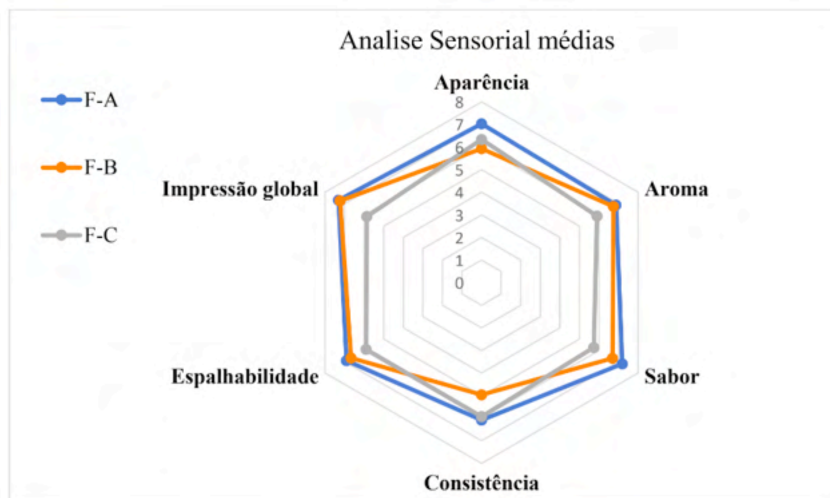


Figura 3 - Valores médios da avaliação sensorial dos atributos das geleias de goiaba com morango, análise geral da característica representada pelo gráfico.

CONCLUSÕES

A composição diferenciada dos componentes das geleias não afetou todos os fatores avaliados. A acidez das amostras A e B se mostrarão semelhantes e superiores a amostra C isso pode se dever a composição específica de cada amostra, junto com seus teores de açúcares em sua composição. A atividade de água todos se mostrarão ser semelhantes. No quesito pH todas as amostras se mostrarão iguais, com um pH de 3,14 a 3,15. O grau brix a amostra A se mostrou superior as demais, a amostra C se mostrou inferior as demais, já a amostra B se mostrou igual a ambas. A amostra A apresentou uma umidade superior as demais, seguida pela amostra C e posteriormente a amostra B. Nas cinzas todas as amostras tiveram um resultado semelhante. Todos esses dados foram feitos utilizando uma significância de 1% pelo teste F.

Com tudo analisando todos os fatores separadamente as amostras A e B, obtiveram um bom resultado, por sinal superior a avaliação C. Porém a avaliando todos os fatores no geral a amostra que se sobressaiu as demais foi a amostra A, obtendo em todas as avaliações notas superiores ou igual as demais amostras, sendo assim a amostra A que é formulada utilizando 100% geleia de goiaba foi a que obteve melhores resultados.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Resolução CNNPA no 12, de 1978**. Anvisa, p. 49–51, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf>.

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. Instrução Normativa n° 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico Geral Para Fixação Dos Padrões De Identidade E Qualidade Para Polpa De Fruta.** Diário Oficia da União, Brasília, Jan, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, 4 de setembro de 2003. **Aprova padrões de identidade e qualidade dos néctares de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, mamão, manga, maracujá, pêssego e pitanga.** D.O.U – Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de setembro de 2003.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo, Nobel, p. 233, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

GUILHERME, L.; FERNANDES, V.; MARCIO, C.; et al. **Caracterização Físico-Química E Sensorial De Geleias De Goiaba.** , p. 167–172, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 25-26.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 27.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 27-28.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 18-21.

LOVATTO, M. T. **Agroindustrialização de frutas I**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, v. 1, p. 98, 2016. Disponível em: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L23859947%5Cnhttp://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=EMBASE&issn=09401199&id=doi:&atitle=Site-directed+mutagenesis+of+type+I+collagen%3A+effect+on+susceptibility+to+collagenase.&stitle=>.

PEREIRA, P. **Elaboração de geléia utilizando resíduo do processamento de goiaba (Psidium guajava L.)**. UFLA, p. 107, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/3334>. .

PIO, R.; VALE, M. R. DO; JOSÉ DARLAN RAMOS; JUNQUEIRA, K. P. **Cultura da Goiabeira**. UFLA, 2010.

QUINATO, É. E.; DEGÁSPARI, C. H.; VILELA, R. M. **Aspectos Nutricionais E Funcionais Do Morango**. Visão Acadêmica, v. 8, n. 1, p. 11–17, 2007.

CAPÍTULO 11

ESTUDO DA PÓS-ACIDIFICAÇÃO DE IOGURTES E LEITES FERMENTADOS COM POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L. F.)

Data de aceite: 01/08/2021
Data da submissão: 26/04/2021

Daniela Cavalcante dos Santos Campos
Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima – Boa Vista – RR
https://orcid.org/0000-0001-8477-9610

Karoline Oliveira de Souza
Centro Universitário Estácio da Amazônia - Boa Vista – RR
http://lattes.cnpq.br/5444974879743878

Jéssica Kellen de Souza Mendes
Universidade Federal de Roraima - Boa Vista – RR
http://lattes.cnpq.br/3459175689932386

Tais Oliveira de Oliveira
Faculdade Cathedral - Boa Vista - RR
http://lattes.cnpq.br/5225936486908207

RESUMO: Os produtos lácteos fermentados são alimentos nutritivos e de consumo consolidado em todo o mundo. Atualmente estes produtos ingressaram na tendência biotecnológica, inserindo em suas formulações microrganismos probióticos, incrementando os benefícios de saúde já associados ao consumo destes produtos. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo adicionar diferentes teores de polpa de buriti, em iogurtes e leites fermentados e avaliar a pós-acidificação refrigerada durante 28 dias. Os frutos de buriti foram coletados em pomar situado no PA Nova Amazônia, Boa Vista-RR, transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários da Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima, despolpados e pasteurizados a 95 ºC/5 minutos. Para a elaboração dos iogurtes (IB) e leites fermentados (LB) foram utilizados: leite em pó reconstituído, 8% de açúcar, culturas tradicionais e probióticas, que foram coagulados e em seguida, adicionados de polpa de buriti. As análises realizadas nos IB e nos LB no dia 0 e a cada 7 dias por 28 dias foram: pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e cor instrumental (L* a* b*). Avaliando o efeito do teor de polpa de buriti, verificou-se redução no pH e SS e aumento na AT e L* a* b* conforme os teores de polpa foram aumentados. Considerando o tipo de produto fermentado, os iogurtes apresentaram-se mais ácidos quanto a AT e mais estáveis em relação aos parâmetros de cor. Durante o armazenamento não se verificou comportamento esperado de pós-acidificação e a cor instrumental mostrou descolorações relacionadas a L* e b*, indicando possíveis degradações nos carotenoides.

PALAVRAS - CHAVE: Produtos lácteos, frutas nativas, vida de prateleira.

POST-ACIDIFICATION STUDY OF YOGHURTS AND FERMENTED MILKS ADDED BURITI PULP (*Mauritia flexuosa L.* F.)

ABSTRACT: Fermented dairy products are nutritious foods and have consolidated consumption all over the world. Currently these products have been included in biotechnological trend, where probiotic microorganisms are inserted in formulations, increasing health

benefits. This work aimed to add different contents of buriti pulp, in yoghurts and fermented milks evaluating refrigerated post-acidification during 28 days. Buriti fruits were collected in an orchard located in PA Nova Amazônia, Boa Vista-RR, transported to the Agricultural Products Technology Laboratory of the Escola Agrotécnica of Universidade Federal of Roraima, pulped and pasteurized at 95 ºC / 5 minutes. For yoghurts (IB) and fermented milk (LB) the production, reconstituted powdered milk, 8% sugar, traditional and probiotic cultures were used, which were coagulated and then added with buriti pulp. The analyzes performed in the IB and LB on day 0 and every 7 days for 28 days were: pH, titratable acidity (AT), soluble solids (SS) and instrumental color (L * a * b *). The effect of the buriti pulp content has shown a reduction in pH and SS and an increase in AT and L * a * b * as the pulp contents were increased. Considering the type of fermented product, yogurts were more acid related to AT and more stable in relation to color parameters. During storage there was no expected post-acidification behavior and the instrumental color showed discolorations related to L* and b*, indicating possible degradation in the carotenoids.
KEYWORDS: Dairy products, native fruits, shelf-life.

1 I INTRODUÇÃO

A produção de alimentos altamente nutritivos que favoreçam a saúde e o bem-estar dos consumidores é uma das principais tendências observadas pela indústria de alimentos e nesse sentido, o iogurte é considerado um dos produtos fermentados mais populares no Brasil e no mundo, sendo sua popularidade justificada pelos benefícios terapêuticos e saudáveis desse tipo de produto (CAVALHEIRO, 2018; MEDEIROS et al., 2010).

Os produtos lácteos fermentados constituem uma rica fonte de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos, sendo seu consumo associado a benefícios como: facilitar a absorção proteínas, enzimas, minerais, cálcio, fósforo e ferro (FERREIRA et al., 2001).

Analisando o histórico do uso de frutos em alimentos processados, verificou-se que na década de 60 a adição de frutas em iogurte teve como objetivo, atenuar o sabor ácido e ampliar a divulgação de suas qualidades nutritivas e terapêuticas (CAVALCANTE et al., 2009). Portanto, a adição do buriti, fruto rico em compostos fenólicos (KOOLEN et al., 2013), pode ser alternativa de enriquecimento de produtos lácteos com substâncias bioativas, além de estimular a agroindustrialização deste fruto em Roraima.

Além da suplementação de produtos lácteos com frutas, pode-se empregar bactérias probióticas, que são definidas como microrganismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde, elevando o potencial funcional dos produtos nos quais são adicionados (RUFINO, 2009; SAAD et al., 2011; PIMENTEL; MÄTTÖ, 2012).

Nesse sentido, a fim de incrementar produtos fermentados já consolidados no mercado alimentício com frutas nativas da Amazônia, o objetivo deste trabalho foi avaliar a pós-acidificação refrigerada de iogurtes e leites fermentados adicionados de polpa buriti durante 28 dias de armazenamento.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da polpa de buriti

A polpa de buriti foi obtida a partir de 10 kg de frutos obtidos em pomar particular situado no Polo IV do Projeto de Assentamento Nova Amazônia em agosto de 2016. Após coleta, os frutos foram levados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários da Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima (LTPA – EAgro/UFRR) e o despolpamento foi realizado por imersão dos frutos em água até o desprendimento das cascas, seguido por despolpagem. Em seguida a polpa foi envasada, pasteurizada a 95 ºC por 5 minutos, resfriada a 19 – 22 ºC e congelada a -18 ºC.

2.2 Elaboração dos iogurtes e leites fermentados

Para o processamento do leite fermentado foi utilizado 0,08% de culturas probióticas contendo *Streptococcus termophillus*, *Bifidobacterium* BB-12 (BB-12) e *Lactobacillus acidophilus* (LA-5), presentes no fermento Bio Rich® da Chr Hansen. Enquanto para a elaboração do iogurte, foram utilizados 1,5% de culturas tradicionais contendo *Streptococcus termophillus* e *Lactobacillus bulgaricus* disponíveis em fermento Ricaferm YR03 da empresa Ricanata. Ambos os produtos foram incubados em estufa a 43 ± 3 ºC por 4 horas. Após a fermentação, os iogurtes e leites fermentados foram transferidos para refrigerador, onde permaneceram a 4 ± 2°C por 24 horas, para posteriormente serem adicionados de polpa de buriti nas concentrações de 5%, 15% e 25% (p/p) (BRASIL, 2007), sendo denominados de IB 5%, IB15%, IB 25%, (iogurtes de buriti) e LB 5%, LB 15% e LB 25% (leites fermentados). Os produtos fermentados foram acondicionados em embalagens de polietileno tereftalato (PET) com capacidade de 145 mL e armazenadas 4°C ± 2 °C até o momento das análises. Além dos produtos fermentados adicionados de polpa de fruta, foram separados e acondicionados iogurtes e leites fermentados naturais (IB nat e LB nat), ou seja, sem adição de polpa e nas mesmas condições experimentais, para constituição do tratamento controle.

2.3 Estudo de pós-acidificação

A pós- acidificação dos produtos lácteos fermentados foi avaliada nos dias a cada 7 dias durante 28 dias de armazenamento, com exceção da cor instrumental que foi avaliada apenas no dia 0 e no dia 28. As características físico-químicas foram determinadas em triplicata e estão descritas a seguir:

- pH - determinado por potenciometria em amostra homogeneizada (IAL, 2008), com auxílio de pHmetro IONLAB ATC modelo PHS3E.
- Acidez titulável (AT) – seguindo as recomendações do IAL (2008);
- Sólidos solúveis (SS) - determinados por refratometria, em refratômetro portátil digital MAXLABOR, sendo os resultados expressos em graus Brix;

- Cor instrumental - leitura direta de reflectância do sistema de coordenadas retangulares “L*” (luminosidade), “a*” (intensidade de vermelho e verde) e “b*” (intensidade de amarelo e azul), empregando a escala de cor CIELAB, utilizando Spectrophotometer CM-5 (Konica Minolta).

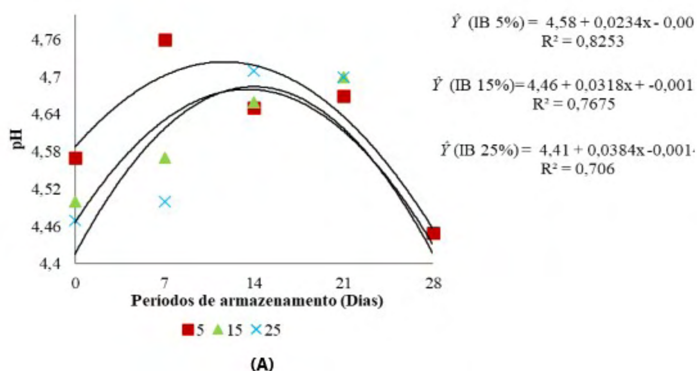
2.4 Análise estatística

Para análise dos dados de pós-acidificação (pH, AT e SS) dos leites fermentados e iogurtes, foi estabelecido delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial triplo 2 x 4 x 5 (2 tipos de produtos fermentados x 4 teores de polpa x 5 períodos de avaliação) sendo os dados submetidos a análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey e análise de regressão a 5% de significância.

Para análise dos dados de cor dos produtos fermentados, foi estabelecido delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial triplo 2 x 4 x 2 (2 tipos de produtos fermentados x 4 teores de polpa x 2 períodos de avaliação) sendo os dados submetidos a análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey a 5%, a fim de avaliar a diferença total de cor entre os dias 0 e 28 de avaliação.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para variável pH, verificou-se entre os teores de polpa de buriti adicionados, que houve redução significativa dos valores conforme os teores de polpa foram aumentados, tanto nos leites fermentados (LB) quanto nos iogurtes (IB). Considerando o tipo de produto fermentado verificou-se que os valores de pH nos IB foram superiores aos observados nos LB, entre todos os teores de polpa estudados (Figura 1).



(A)

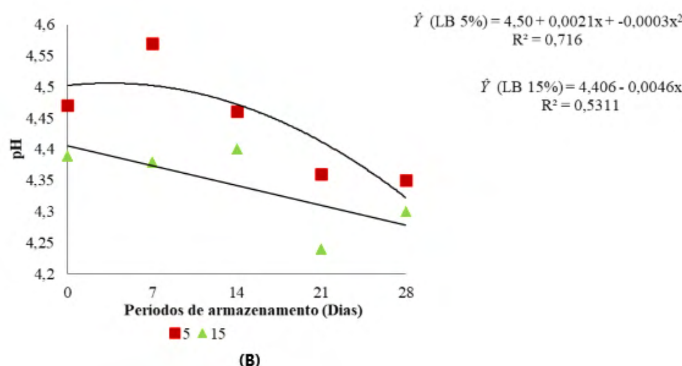
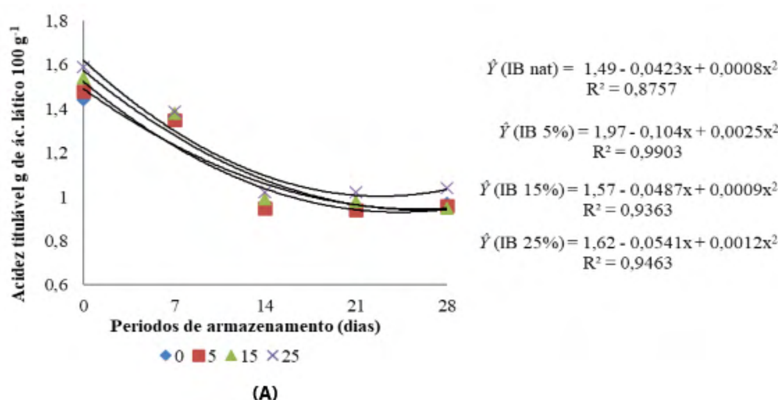


Figura 1 – Comportamento do pH em **(A)** iogurtes e (**B)** leites fermentados de buriti durante 28 dias de armazenamento refrigerado.

De acordo com Franco; Landgraf (2008), os valores de pH obtidos nos iogurtes e leites fermentados de buriti, classificaram estes produtos como alimentos ácidos (pH entre 4,0 e 4,5), sendo restrito o crescimento de microrganismos patogênicos.

Quanto à acidez titulável, considerando os teores de polpa de buriti adicionados, verificou-se nos IB que o aumento no teor de polpa, aumentou significativamente a AT, já no LB, a polpa de buriti não influenciou a acidez titulável.

Entre os tipos de produtos fermentados, verificou-se que os IB se apresentaram mais ácidos que os LB em todos os teores de polpa assim como no LB nat (Figura 2). A diferença de acidificação entre os IB e os LB refere-se ao metabolismo das bactérias específicas para cada produto, nos LB as bactérias probióticas como as *Bifidobacterium* spp. e os *Lactobacillus acidophilus* promovem pós-acidificações mais discretas devido à baixa taxa proteolítica promovida por estes microrganismos, já nos IB, que contém *Lactobacillus bulgaricus*, altamente proteolíticos, observou-se maior acidez (GOMES; MALCATA, 1999).



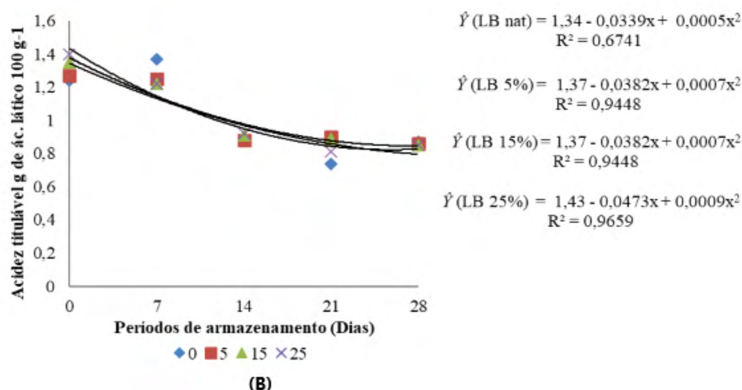


Figura 2 – Comportamento da acidez titulável em **(A)** iogurtes e (**B)** leites fermentados de buriti durante 28 dias de armazenamento refrigerado.

Considerando a interação períodos de armazenamento x teores de polpa, a acidez titulável concordou com o comportamento do pH, apresentando redução significativa nos valores tanto dos IB quanto dos LB durante os 28 dias de armazenamento (Figura 2). Segundo Lourens-Hattingh; Viljoen (2001) iogurtes e leites fermentados estão sujeitos ao decréscimo do pH e aumento de acidez durante o período de armazenamento, devido à continua produção de ácidos pelas bactérias láticas presentes nos produtos fermentados, fenômeno denominado pós-acidificação.

Entretanto, se observou neste trabalho aumento nos valores de pH e redução de acidez, indicando baixa atividade metabólica das bactérias, não podendo-se relacionar este comportamento a algum efeito promovido pela polpa de buriti, já que os IB nat e LB nat apresentaram este mesmo comportamento.

Este comportamento de pós-acidificação pode estar relacionado ao valor de pH utilizado para indicar o término da fermentação, que deve ser preferencialmente compreendido entre 4,6 e 4,8, e neste trabalho ficou em torno de 4,5 (IB) e 4,4 (LB) (Tabela 2), podendo ter comprometido o número inicial de microrganismos em ambos os produtos fermentados.

Thamer; Pena (2006) explicam que microrganismos probióticos são mais sensíveis ao abaixamento do valor de pH e consequente aumento de acidez, apresentando menor viabilidade nos produtos lácteos processados, o que justifica o comportamento de pós-acidificação dos produtos fermentados estudados neste trabalho.

A Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, que estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, preconiza que a acidez titulável de iogurtes deve estar entre 0,6 e 1,5 g de ácido lático $100g^{-1}$, enquanto para leites fermentados este valor deve ser de 0,6 a 2,0 g de ácido lático 100 g^{-1}, portanto, todos os produtos fermentados obtidos neste trabalho, atendem a legislação quanto aos limites mínimos e máximos.

O teor de sólidos solúveis é característica de interesse, principalmente para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (CONTI et al., 2002), entretanto, esta variável é fator importante também para a fabricação de produtos processados, uma vez que a doçura natural das frutas permite reduzir os teores de sacarose previstos em formulações alimentícias. Nos iogurtes e leites fermentados adicionados de polpa de buriti, observou-se redução significativa nos SS conforme o teor de polpa foi aumentado, justificando-se em razão do aumento no teor de umidade também associado à polpa que promoveu diluição nos componentes dos produtos fermentados (Tabela 1).

Teor de polpa	**Tipo de produto fermentado**	
	Iogurte (IB)	**Leite Fermentado (LB)**
0	12,79bA	13,66aA
5	12,45bB	13,13aB
15	11,55bC	12,26aC
20	11,01bD	11,59aD

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5%.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a 5%.

Tabela 1 – Valores de SS na interação tipo de produto fermentado x teor de polpa de buriti.

Considerando a interação períodos de armazenamento x teores de polpa, pode-se observar para os LB nat e LB 5% aumento quadrático significativo (Figura 3), provavelmente relacionado a quebra da lactose em seus respectivos monossacarídeos, e não propriamente a formação de ácidos decorrente da pós-acidificação, uma vez que a AT destes produtos decresceu.

Na legislação não há valores estabelecidos para SS, entretanto esta variável participa da composição do extrato seco total (EST) de produtos fermentados que deve ser no mínimo 16%, e tem objetivo de valorizar suas propriedades físicas como: consistência, viscosidade e atributos sensoriais de sabor e aroma (ÖZER, 2010). Para os produtos fermentados estudados neste trabalho as médias dos EST para IB e LB foram de 20%.

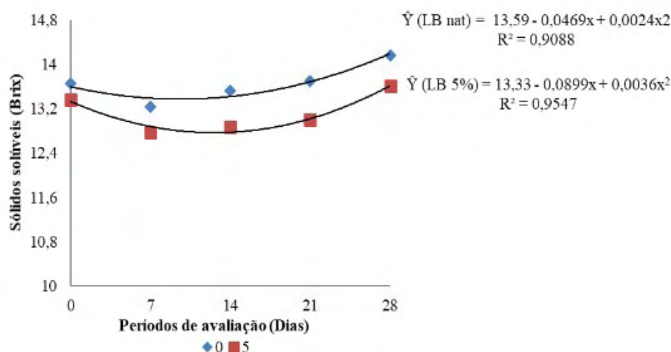


Figura 3 - Comportamento dos sólidos solúveis em leites fermentados sem adição e com 5% de polpa de buriti durante 28 dias de armazenamento refrigerado.

Quanto a variável cor instrumental o parâmetro de luminosidade L*, tanto no IB, quanto nos LB mostraram redução significativa nos valores conforme o teor de polpa foi aumentado, indicando escurecimento dos produtos fermentados à medida que a polpa de buriti foi aumentada (Tabela 2).

Este comportamento pode estar relacionado à presença de carotenoides que compõe a polpa de buriti e concordam com estudos de Wallace; Giusti (2008) que relataram iogurtes contendo 10 mg 100 g^{-1} de antocianinas de *Berberis boliviana* apresentaram valor de L* superior ao produto com maior concentração de pigmentos (20 mg 100 g^{-1}) e Campos (2017) estudando produtos fermentados adicionados de açaí, observou redução no parâmetro L* conforme o teor de polpa foi aumentado.

	Dias de avaliação Iogurtes de buriti					
Teor de	L* IB		a* IB		b* IB	
polpa (%)	0	28	0	28	0	28
5	47,60bA	54,31aA	51,95aA	50,72aA	33,49aB	10,17bC
15	44,25bA	56,83aA	52,46aA	48,23aA	34,73aA	13,58bB
25	31,88bB	58,43aA	42,42bB	47,66aA	28,66aA	18,22bA
	Dias de avaliação Leites fermentados de buriti					
Teor de	L* LB		a* LB		b* LB	
polpa (%)	0	28	0	28	0	28
5	54,85bA	57,89aC	65,91aA	49,87bA	42,98aA	10,28 bC
15	46,26bB	63,67aB	53,91aB	47,27bA	36,57aC	16,65bB
25	45,61bB	69,70aA	56,11aB	49,50bA	40,13aB	20,35bA

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5%.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a 5%.

Tabela 2 - Comportamento dos parâmetros L* a* b* nos iogurtes (IB) e leites fermentados (LB) de buriti nos dias 0 e 28 de avaliação.

As cromaticidades a* e b* mostraram aumentos significativos conforme o teor de polpa de buriti foi aumentado, como apresentado na Tabela 2.

O aumento na cromaticidade a* nos LB mostra tendência dos produtos no sentido do vermelho, entretanto os IB não foram influenciados pela adição de polpa. Apesar da coloração da polpa de buriti ser amarelo alaranjada, devido a influência dos carotenoides, estes pigmentos mostram variação de cores que vão do amarelo, passando pelo laranja, até o vermelho intenso e resulta da multiplicidade de duplas ligações conjugadas (RIBEIRO; NUNES, 2008), o que justifica os elevados valores registrados no sentido do vermelho.

A cromaticidade b* nos IB e LB mostraram tendência no sentido do amarelo (Tabela 2), mostrando novamente a influência dos carotenoides presentes na polpa de buriti.

Considerando a interação períodos de armazenamento x teores de polpa, observou-se para o parâmetro L* que os valores IB e LB aumentaram indicando que os produtos sofreram descolorações em todas as concentrações de polpa ao fim do período de avaliação, concordando com o comportamento da cromaticidade b*, onde houve redução significativa dos valores na ordem de 23%, 21% e 10% nos IB e 32%, 19% e 19% nos LB, nos teores de polpa de 5%, 15% e 25%, respectivamente.

Verificou-se que em ambos os produtos fermentados, nas maiores concentrações de polpa de buriti, houve as menores reduções na cromaticidade b*, além disso, os IB apresentaram as menores reduções entre todos os teores de polpa adicionados, provavelmente, mostrando melhor estabilidade dos carotenoides nestes produtos. Quanto à cromaticidade a*, as variações mais significativas estão relacionadas aos LB, mostrando tendência à redução nos valores, acompanhando o comportamento dos parâmetros L* e b*.

4 | CONCLUSÕES

Sobre a pós-acidificação relacionada ao pH e AT, verificou-se que os IB, em todos os teores de polpa de buriti adicionados, foram mais ácidos que os LB, devido a presença dos *Lactobacillus bulgaricus*, os quais geram maiores acidificações nestes produtos.

Em relação tempo de armazenamento, não foram verificadas acidificações significativas em ambos os produtos fermentados, provavelmente relacionados aos valores de pH utilizados para indicar o término da fermentação.

Em relação à cor instrumental verificaram-se descolorações relacionadas principalmente aos parâmetros L* e b*, indicando prováveis degradações nos carotenoides presentes na polpa de buriti.

Os produtos fermentados com buriti são excelente alternativa de uso de frutas nativas da Amazônia a fim de incrementar estes produtos com substâncias bioativas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº. 46 de 23/10/2007. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados.** D.O.U., Brasília, 24/10/2007.

CAMPOS, D. C. S. **Compostos bioativos em produtos lácteos adicionados de polpa de açaí e camu-camu suplementados com bactérias probióticas**. Boa Vista, 2017. 120f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, 2017.

CAVALCANTE, J. M.; MORAIS, A. C. S.; RODRIGUES, M. C. P. **Efeito da adição de amêndoas da castanha de caju nas propriedades sensoriais do iogurte adoçado com mel**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 03, n. 01, p. 01-14, 2009.

CAVALHEIRO, F. G. **Iogurte de alto teor proteico adicionado de *Lactobacillus helveticus*: fabricação, perfil de peptídeos e aspectos sensoriais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 2018.

CONTI, J. H.; MINAMI K.; TAVARES F. C. **A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba**. Horticultura Brasileira, v. 20, n. p. 10 – 17, 2002.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema''s food chemistry**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

FERREIRA, C. L. L. F.; MALTA, H. L.; DIAS, A. S.; GUIMARÃES, A.; JACOB, F. E.; CUNHA, R. M.; CARELI, R. T.; PEREIRA, S.; FERREIRA, S. E. R. **Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 56, n. 321, p. 152- 158, 2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: **A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCO, B. D. G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. **Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics**. Trends in Food Science and Technology, v. 10, n. 4/5, p. 139-157, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KOOLEN, H. H. F.; SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L. **Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS**. Food Research International. v. 51, n. 2, p. 467-473, 2013.

LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B. C. Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. **Food Research International**. v.34, n. 9, p. 791-796, 2001.

MEDEIROS, A. C. L., MEDEIROS, K. C. B., MEDEIROS, M. F., CORREIA, R. T. P**. Avaliação comparativa do efeito do tratamento térmico e temperatura de incubação sobre o perfil de acidificação dos leites bovino, bubalino e caprino.** Revista brasileira de produtos agroindustriais, v.12, n. 2, p. 105-114, 2010.

ÖZER, B. **Strategies for yogurt manufacturing**. In: YILDIZ, F. Development anda manufacturing of yogurt and other functional products. CRC Press, p.47-96, 2010.

PIMENTEL, L. L., MÄTTÖ, J.; F**. Survival of potentially probiotic enterococci in dairy matrices and in the human gastrointestinal tract**. International Dairy Journal. v. 27, p. 53-57, 2012.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. **Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel.** Química Nova na Escola. n. 29, p. 34-37, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVEIRA, M.R.S.; MOURA, C.F.H. **Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil**. Fruits, v. 64, n. 6, p. 361-370, 2009.

SAAD S. M. I; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prébióticos em alimentos: Fundamentos e aplicações tecnológicas**. 1ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2011.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. **Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prébiótico**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 26, n. 3, p.589-595, 2006.

WALLACE, T. C.; GIUSTI, M. M. **Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from Berberis boliviana L. as compared to other natural/synthetic colorants**. Journal of Food Science v. 73, n. 4, p. 241-248, 2008.

CAPÍTULO 12

SUBSTITUIÇÃO DE ADITIVOS SINTÉTICOS POR FONTES NATURAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 15/05/2021

Job Ferreira Pedreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Francisco Beltrão, Paraná.
http://lattes.cnpq.br/6077222897806495

Alexandre da Trindade Alfaro
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Francisco Beltrão, Paraná.
http://lattes.cnpq.br/4939970055152393

RESUMO: A crescente preocupação da população com a segurança alimentar, gerou no setor industrial uma demanda por alternaltivas mais saudáveis e o desenvolvimento de produtos cárneos clean label. Apesar ainda não existir uma regulamentação para alimentos de rótulo limpo, os consumidores de modo geral, buscam alimentos mais naturais e orgânicos. Produzir alimentos saudáveis, saborosos, naturais com menos aditivos e que se apresentam naturalmente inócuos, tem sido um desafio para a indústria da carne. Com isso, ingredientes naturais conquistam cada vez mais espaço no mercado, substituindo os aditivos sintéticos. Diversos ingredientes de origem natural podem exercer funções de conservação, manutenção da cor, ação antioxidante, melhoria de sabor e benefícios para a saúde. Esses extratos naturais podem substituir parcial ou totalmente os aditivos sintéticos na formulação de diferentes produtos cárneos. Essa revisão descreve o panorama atual e possíveis alternativas para a substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais em derivados cárneos.

PALAVRAS - CHAVE: Clean label, Produtos cárneos, Aditivos, Extratos Naturais, Fosfatos.

REPLACEMENT OF SYNTHETIC ADDITIVES BY NATURAL SOURCES IN MEAT PRODUCTS: A REVIEW

ABSTRACT: The population's growing concern with food security has generated a demand in the industrial sector for healthier alternatives and the development of clean label meat products. Although there is still no regulation for clean label foods, consumers in general are looking for more natural and organic foods. Producing healthy, tasty, natural foods with fewer additives and which are naturally innocuous has been a challenge for the meat industry. As a result, natural ingredients are gaining more and more space on the market, replacing synthetic additives. Several ingredients of natural origin can exercise conservation, color maintenance, antioxidant action, flavor improvement and health benefits. These natural extracts can partially or totally replace synthetic additives in the formulation of different meat products. This review describes the current scenario and possible alternatives for replacing synthetic additives with natural sources in meat derivatives.

KEYWORDS: Clean label, Meat products, Additives, Natural Extracts, Phosphates.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta posição de destaque quando o assunto é consumo e produção de carne. Contudo, esse setor bem estabelecido na indústria de alimentos passou por momentos turbulentos após a operação "Carne Fraca", deflagrada em 2017 (FERREIRA, 2018). Um dos maiores impactos desse cenário envolve a falta de confiança que vem afetando os consumidores e, consequentemente, a economia do país (CORBION, 2019).

Os consumidores, principalmente os dois bilhões que se encaixam na chamada geração Y, buscam por uma alimentação mais saudável e incentivam esse nicho do mercado no Brasil a prospectar um crescimento estimado de 4,41% até 2021 (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2019; DUAS RODAS INDUSTRIAL, 2019).

Uma alimentação saudável apresenta forte relação com o que é "natural" e, segundo pesquisas realizadas em diversos países, o termo "natural" pode apresentar diversos significados e está atrelado, principalmente, a produtos orgânicos ou com ausência de substâncias químicas ou artificiais (ITAL, 2014). Esse cenário torna-se propicio para a disseminação da tendência de alimentos "clean label" ou rótulo limpo, que vem ganhando destaque no Brasil, e já está consolidada na Europa e nos Estados Unidos. A definição de produtos considerados clean label, ainda não foi regulamentada pela legislação. De modo geral, são considerados produtos clean label, os alimentos que possuem uma lista de ingredientes curta, clara e composta por itens familiares (MARQUES, 2018).

As tendências mundiais de saúde e sustentabilidade tem levado os consumidores a considerar quais componentes são utilizados nos produtos alimentícios que ingerem na vida cotidiana. A partir daí surgiu uma nova tendência em alimentos que se resume frequentemente sob a égide do assim chamado clean label e que tem capturado uma multiplicidade de stakeholders da indústria de alimentos (ASIOLI, 2017). Estão em desenvolvimento, diversas pesquisas com foco em ingredientes naturais e a sua aplicação em formulações clean label, fazendo com que extratos naturais conquistem cada vez mais espaço no mercado (ITAL, 2014). O presente trabalho descreve o panorama atual e as possíveis alternativas para a substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais em derivados cárneos.

2 | CARNES, DERIVADOS E O CENÁRIO BRASILEIRO

Fonte de proteínas, lipídeos, aminoácidos essenciais, minerais, vitaminas e outros nutrientes, os produtos cárneos apresentam um consumo fortemente atrelado a fatores sócio-econômicos, éticos, crenças religiosas e tradição (PAGLARINI, 2015). No Brasil, a carne de aves é a mais apreciada, com um consumo anual per capita correspondente a 43,9 kg (ABPA, 2018). Contudo, a carne bovina apresenta grande valor econômico, alcançando um consumo per capita anual de 37,4 kg. Esse segmento não se destaca apenas quando falamos de consumo, a bovinocultura é um dos maiores ativos do agronegócio brasileiro,

motivando o país a manter o segundo maior rebanho do mundo (SOARES et al., 2017).

Mesmo sendo um setor bem estabelecido, os últimos anos foram repletos de momentos turbulentos e o mercado de carnes ainda sente o impacto da operação “Carne Fraca”, deflagrada em março de 2017. Esse episódio, que envolveu as duas maiores empresas do setor de produtos cárneos do Brasil, e resultou em uma diminuição do consumo de carne por parte dos brasileiros. Um estudo demonstra que 23% dos brasileiros entrevistados afirmam consumir menos carne, devido aos recentes problemas aos investigações da operação “Carne Fraca” (FERREIRA, 2018).

Nesse cenário, a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) (2018) desenvolve diversas ações com o objetivo de contornar os impactos da operação “Carne Fraca” e colocar o Brasil novamente na posição de um dos maiores exportadores mundiais de proteína animal. Uma vez reduzida a confiança, a satisfação e o comprometimento do cliente com a empresa também diminuem (BALAJI et al, 2017). Consequentemente, é menos provável que os clientes se envolvam em comentários positivos para com a empresa. Com tudo isso, a confiança começa a ser reestabelecida tanto nacionalquanto internacionalmente e o setor volta a se fortalecer.

Atualmente, é perceptivel uma mudança nos hábitos de consumo de produtos cárneos (SOARES et al., 2017). Os consumidores estão mais atentos aos ingredientes que compõem a tabela nutricional dos produtos cárneos, e exigem produtos de alta qualidade, com transparência dos insumos e ingredientes utilizados (CORBION, 2019). O termo qualidade para produtos cárneos é extremamente amplo e envolve diversos atributos que se enquadram em diferentes grupos como visual, gustativo, nutricional e segurança (FELÍCIO, 1997). A população busca cada vez mais por produtos seguros, porém sem deixar de lado características organolépticas desejáveis como cor, capacidade de retenção de água, textura, odor, sabor e valor nutritivo (SOARES et al., 2017).

3 I PRODUTOS CÁRNEOS

O processamento de derivados cárneos é feito utilizando carnes e gordura suínas, bovinas ou aves, gordura, água, condimentos e aditivos (BENSON, *et al*., 2014). As matérias-primas, ingredientes, aditivos e condimentos devem ser selecionados, proveniente de fornecedores idôneos que garantam a qualidade dos produtos gerados.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os produtos cárneos como salsichas, mortadelas e linguiças têm se tornado cada vez mais presentes na dieta alimentar da população brasileira (IBGE, 2020).

Ao longo dos anos, a população, principalmente os jovens, vem optando por refeições de rápido preparo, aumentando assim, o consumo de alimentos industrializados e ricos em gorduras saturadas. Dentre estes alimentos estão os lanches rápidos, encontrados facilmente em lanchonetes, como o hambúrguer (SILVA et al., 2011).

A industrialização, o crescimento acelerado e a “falta de tempo” da população colocam em posição cada vez mais atrativa os alimentos de rápido e fácil preparo, contribuindo para que produtos como salsicha, salame, mortadela, linguiça, empanado, almôndega e hambúrguer ganhem maior destaque nas gôndolas dos supermercados e dominem as opções de lanche de muitas famílias (OLIVEIRA et al., 2013).

Nesse cenário, o hambúrguer ganha destaque como um dos alimentos processados mais consumidos no mundo devido a sua formulação consistir em uma matriz cárnea que aceita facilmente a promoção de itens com um apelo mais saudável sem deixar de lado a praticidade de preparo (OLIVEIRA et al., 2013). De acordo com a legislação brasileira, hambúrguer é um ‘produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de produto cru, semifrito, cozido, frito, congelado ou resfriado’, conforme a sua classificação (BRASIL, 2000).

Contudo, esse ritmo de vida atrelado aos novos hábitos da população resulta no aumento da incidência de problemas de saúde relacionados à alimentação. Com tudo isso, nos dias atuais, é comum ver uma busca por produtos de fácil preparo atrelados a um apelo à saudabilidade.

4 | TENDÊNCIAS MUNDIAIS DE SAUDABILIDADE

A alimentação constitui uma das atividades humanas mais antigas e importantes, não só por razões biológicas evidentes, mas também por envolver aspectos econômicos, sociais, científicos, políticos, psicológicos e culturais, sendo todos fundamentais na dinâmica da evolução das sociedades (PROENÇA, 2010). Entretanto, a sociedade moderna tem levado a hábitos alimentares que afetam de maneira significativa a saúde dos consumidores, podendo contribuir negativamente para a qualidade de vida das pessoas (KARANJA et al., 2007).

Um estudo indica um aumento significativo na preocupação em relação à quantidade de aditivos alimentares adicionados aos produtos alimentícios, bem como um maior desejo de “retornar às origens”, desencadeando um maior consumo de produtos mais simples (ITAL, 2010).

A procura por alimentos está imensamente associada a estímulos sensoriais e emocionais, ou seja, comer vai muito além de suprir as necessidades de sobrevivência (JUNQUEIRA, 2017). Com isso, para satisfazer os clientes, a indústria busca fornecer melhores aromas, corantes e agentes de textura e aparência, conquistando o consumidor através de produtos atrativos e gostosos. Ou seja, a sensorialidade e o prazer ainda influenciam as decisões dos consumidores (ITAL, 2014).

Na indústria cárnea não é diferente, os consumidores aumentaram a procura por produtos cárneos com redução de aditivos sintéticos e a indústria tem concentrado a

pesquisa e o desenvolvimento de substitutos naturais para esses aditivos (ŠOJIĆ *et al.,* 2019).

Na busca por atender as demandas de saudabilidade, a utilização de extratos vegetais comumente utilizados como especiarias na industria da carne, como aipo, alecrim, alho, cebola, cominho, gengibre e noz-moscada tem sido estudada como potencial promissor na substituição parcial dos aditivos sintéticos em alimentos (ALAHAKOON *et al.,* 2015).

5 l CLEAN LABEL

A elaboração de produtos cárneos com rótulos limpos é uma alternativa crescente para obter alimentos mais saudáveis e sustentáveis (MARTÍNEZ-ZAMORA *et al*., 2020). É importante salientar que ainda não existe uma definição regulamentada sobre os produtos clean label. Apesar disso, o termo "clean label" está cada dia mais sendo utilizado em diferentes produtos e aparece com mais frequência na literatura nos últimos anos (ASIOLI *et al.,* 2017).

Com isso, vender produtos clean label envolve demandas do consumidor que, em sua maioria, tende a buscar uma lista de ingredientes comum, curta, simples e, sempre que possível, livre de componentes cujo nome remeta a origem química (CALDEIRA, 2017; MARQUES, 2018).

Apesar da legislação, ainda não regulamentaruma diferenciação entre os alimentos processados com aditivos naturais e sintéticos, é comum os consumidores observarem essas diferenças (BEARTH et al, 2014).

Diversos ingredientes de origem natural podem exercer funções de conservação, manutenção da cor, ação antioxidante, melhoria de sabor e, até mesmo, trazer benefícios para a saúde. Esses extratos naturais podem substituir parcial ou totalmente os aditivos alimentares na formulação de diferentes produtos alimentícios (ALMEIDA, 2010).

Atualmente, os consunmidores tem atrelado a presença de aditivos alimentares nos alimentos a fatores de risco (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2019). Muito provavelmente essa percepção é incentivada pelos escândalosque relacionam esses componentes e a saúde da população, desencadeando em desconfianças por parte dos consumidores.

Todas as definições indicam claramente que a interpretação de um rótulo limpo ainda é subjetiva, pois pode depender da familiaridade do consumidor com os ingredientes alimentares e/ou método de produção que pode variar entre países (ASIOLI et al., 2017).

Contudo, todas as reivindicações por produtos declarados clean label e o empenho das empresas que tentam ganhar espaço dentro dessa tendência e retiram das suas formulações componentes sintéticos, incentivam as crenças de que aditivos alimentares estão atrelados a riscos à saúde (ITAL, 2014).

6 | FONTES SINTÉTICAS DE FOSFATO

Os compostos de fosfato, são fundamentais no processamento de diversos produtos alimentícios, principalmente em pães, carnes e lacticínios, é praticamente impossível consumir qualquer tipo de alimento sem a sua presença.

Nos alimentos, os fosfatos apresentam quatro principais funções: controle do pH, remoção de traços de ferro capazes de afetar a cor e a rancidez, auxiliar na homogeneização de preparações alimentícias e estabilização das proteínas naturais (FANI, 2010). A utilização destes ingredientes adicionados à carne e/ou massas de produtos cárneos tem por finalidade aumentar a capacidade de retenção de água, sendo o tripolifosfato de sódio o mais comum. A água fica imobilizada na rede formada por proteínas e fosfatos. Esta rede é estabilizada pela coagulação das proteínas durante o tratamento térmico dos produtos (MARBA, 2004).

Porém, independente de definições e significados, a textura é de extrema importância para a aceitabilidade dos produtos pelo consumidor. Essa característica sensorial, juntamente com cor e sabor, é determinante para aquisição, consumo, aceitação e preferência dos alimentos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2017).

Durante o processamento de carnes, frangos, peixes e frutos do mar costuma- se utilizar, basicamente, quatro fontes sintéticas de fosfato: tripolifosfato de sódio, tripolifosfato de sódio e potássio, pirofosfato tetrassódico e pirofosfato ácido de sódio. Dentre esses, o tripolifosfato de sódio desempenha a maioria das funções das misturas mais complexas, pode ser adicionado em diferentes processos e conta com a vantagem de preços competitivos tornando-o economicamente viável (FANI, 2010).

A substituição dos fosfatos, aditivos alimentares que desempenham funções de gelificante, estabilizadores, emulsionantes e espessantes nos produtos cárneos, pode ser conseguida através da adição de hidratos de carbono, como o amido, as gomas e fibras dietéticas (FAO, 2008; NUNES, 2013; GUERRA ET AL, 2016). São usados na generalidade pela sua capacidade de se ligarem à água, originando um aumento da viscosidade da fase aquosa, sendo que, em alguns casos, favorecem a formação de um gel, o que sensorialmente proporciona uma sensação de cremosidade (GUERRA et al, 2016).

Ingredientes de origem natural, como extratos de levedura são excelentes alternativas quando os fabricantes de alimentos buscam adotar um posicionamento clean label. Suas propriedades melhoram o sabor geral dos alimentos e são também um eficiente aliado para balancear e preservar o sabor ao reduzir outros componentes de uma formulação, como o sal, o açúcar ou outros ingredientes indesejados (BIOSPRINGER, 2020).

7 | ANTIOXIDANTES NATURAIS

Produtos cárneos, devido a sua composição nutricional rica, sãosusceptíveis as degradações químicas e microbiológicas. A deterioração mais comumente encontrada é

a oxidação lipídica, responsável pelo desenvolvimento de aromas desagradáveis como o “ranço”, é um processo complexo que depende de diversos fatores como exposição à luz, oxigênio e temperatura (LUIZ et al., 2017). A oxidação também pode resultar no branqueamento dos alimentos, tendo em vista que os pigmentos, especialmente os carotenoides, são capazes de reagir com os radicais livres formados durante esse processo de deterioração (FANI, 2018).

Diversas substâncias sintéticas são utilizadas como antioxidantes, as mais comuns e amplamente utilizadas em alimentos são: BHA, BHT, PG e TBHQ (FANI, 2018). Segundo Fernandes et al., (2018), os potenciais efeitos toxicológicos dos antioxidantes sintéticos, geraram uma demanda por antioxidantes naturais por parte dos consumidores e da indústria de carnes. Os antioxidantes provenientes de fontes naturais muitas vezes apresentam mecanismos de ação ainda desconhecidos, e possuem como vantagem a aceitação imediata pelo consumidor (SPOSITO, 2014).

Uma fonte de antioxidantes naturais estudada atualmente é a acerola (*Malpighia emarginata*), uma fruta bastante consumida no Brasil, que ocupa a posição de maior produtor mundial dessa fruta originária da América Central. A elevada concentração de ácido ascórbico presente na acerola incentivou a produção de extratos naturais que podem ser aplicados em alimentos como antioxidantes, contudo, esse fruto também apresenta outros fitoquímicos em sua composição, como antocianinas e compostos polifenólicos que também agem evitando a oxidação lipídica (SILVA, 2015).

Outro extrato natural amplamente utilizado como antioxidante é proveniente do alecrim, um alimento que possui uma longa tradição como tempero, sendo amplamente conhecido pela população. Esse componente pode apresentar funções antioxidantes com eficácia semelhante aos sintéticos BHT e TBHQ e, mesmo com seu sabor característico, uma extraçãotecnológica e eficiente pode reduzir esses impactos (TOVANI BENZAQUEN INGREDIENTES, 2017).

8 | CONCLUSÃO

A tendência de rótulos limpos abriu uma série de oportunidades para a indústria de carnes, que precisa utilizar em suas formulações, ingredientes considerados naturais e que atendam a crescente demanda por produtos clean label. A definição clara do “rótulo limpo” para um produto alimentício, é necessária para o posicionamento dos produtos no mercado e a comunicação entre produtores e consumidores.

REFERÊNCIAS

ABPA – Associação brasileira de proteína animal. **Relatório anual. 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual2018
.pdf> Acesso em: 15 de março de 2021.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Os substitutos naturais e industriais do sal. nº. 138**, **2017**. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/
artigos/artigos-editoriais-geral/os-substitutos-naturais-e-industriais-do-sal> Acesso em: 14 de abril de 2021.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **O universo das texturas nos alimentos. nº. 146, 2018.** Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/artigos /artigos-editoriais-geral/o- universo-das-texturas-nos-alimentos> Acesso em: 15 de março de 2021.

ADITIVOS & INGREDIENTES. Consumo consciente revoluciona indústria, 2019. Disponível em:<http://aditivosingredientes.com.br/noticias/mercado
/consumo-consciente-revoluciona-industria> Acesso em: 14 de março de 2021.

ALAHAKOON, A. U.; JAYASENA, D. D.; RAMACHANDRA, S., & JO, C. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**. v. 45, 37-49, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/meat-science>. Acesso em: 04 abr. 2021.

ALMEIDA, H. Ingredientes Naturais – **Tendência precisa ser considerada com cautela.Química**, 2010. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/ingredientes-naturais- tendencias/> Acesso em: 07 de março de 2021.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; VARELA, P.; PESCHEL, A. O**.** Consumers' categorizationof food ingredientes: Do consumers perceive them as 'clean label' producers expect?An exploration with projective mapping. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 117-128, 2019.

ASIOLI, D. et al. Making sense of the "clean label" trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, p. 58-71, 2017.

BALAJI, M. S. ROY, S. K., & LASSAR, W. M. (2017). Language divergence in service encounters: Revisiting its influence on word-of-mouth. **Journal of Business Research**. v.72, p. 210-213.

BEARTH, A.; COUSIN, M.; SIEGRIST, M. (2014). The consumer's perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefit perceptions. **Food Quality and Preference**. Volume 38, December. pp 14-23

BENSON, A. K.; DAVID, J. R. D.; GILBRETH, S. E.; SMITH, G.; NIETFELDT, J.; LEGGE, R.; KIM, J.; SINHA, R.; DUNCAN, C. E.; J. MA, SINGH, I. Microbial Successions Are Associated with Changes in Chemical Profiles of a Model Refrigerated Fresh Pork Sausage during an 80-Day Shelf Life Study. **Applied and Environmental Microbiology.** v. 80, p. 5178–5194, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BIOSPRINGER. **O que é extrato de levedura.** [S.I] 2020. Disponível em: <https://biospringer.com/pt-br/extrato-de-levedura/> Acesso em: 28 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 ago. 2000. Seção 1, p. 3-31.

CALDEIRA, I. R. D. Projeto "Clean label" em produtos à base de carne e preparados de carne picada. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Universidade deLisboa, Lisboa, 2017.

CORBION. Altos níveis de segurança alimentar e extensa vida de prateleira para produtos cárneos. **Aditivos & Ingredientes**, nº. 156, p. 34-35, 2019.

DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. Soluções da Duas Rodas oferecem saudabilidadee melhoram conservação de produtos cárneos. **Aditivos Ingredientes**, São Paulo, nº156,p.56-57, mar. 2019**.** Disponível: <http://aditivosingredientes.com.br/revistas/marco2019/mobile/index.html#p=1> Acesso em: 29 de abril de 2021.

FANI, M. Função dos fosfatos em alimentos. **Aditivos & Ingredientes,** nº. 70, p. 30-40, 2010.

FANI, M. Antioxidantes – Tipos e mecanismo de ação. **Aditivos & Ingredientes**, nº148, p. 36-42, 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2008). **Meat products with high levels of extenders and fillers.** Disponível em: <http://www.fao.org> Acesso em: 15 abr. 2021.

FELÍCIO, PE. **Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina**. 1997. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/arquivos/Fatoresqueinfluenciamaqualidadedacarnebovina.pdf> Acesso em 13 de maio de 2021.

FERNANDES, R.P.P.; TRINDADE, M.A.; LORENZO, J.M.; MELO, M.P. Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of Origanum vulgare extract during storage. **Meat Science**. v. 137, p. 244-257, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.018. Acesso em: 16 abr. 2021.

FERREIRA, M. Carnes e Aves – **Processados, Não-Processados e Alternativas**. MINTEL, 2018.

GUERRA, M. A.; CEPERO, Y. (2006). Utilización de almidones y gomas en productos cárnicos. **Ciencia y Tecnologia de los Alimentos**. Volume 16, Issue 3. pp 69-77.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). Coordenação de trabalho e rendimento**.** **Pesquisas de orçamentos familiares 2017-2018**. Rio de Janeiro: IBGE.

ITAL. **Brasil ingredientes trends 2020**. 1 ed. Campinas : São Paulo, 2014.

ITAL. **Brasil food trends 2020**. 1 ed. Campinas : São Paulo, 2010.

JUNQUEIRA, P. (2017). **Relações cognitivas com o alimento na infância**. São Paulo, SP: ILSI Brasil - International Life Sciences Institute do Brasil.

KARANJA, N.; LANCASTER, K. J.; VOLLMER, W. M.; LIN, P. H.; MOST, M. M.; ARD, J. D.; SWAIN, J. F.; SACKS, F. M.; OBARZANEK, E. Acceptability of sodium-reduced research diets, including the dietary approaches to stop hypertension diet, among adults with prehypertension and stage 1 hypertension. **Journal American Dietetic Associaction**, Philadelphia, v. 107, n. 9, p. 1530-1538, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j. jada.2007.06.013> Acesso em: 08 maio 2021.

LUIZ, A. H. M; SILVA, K. L da; ZERMIANI, T. Acerola: Fonte de vitamina C naturalaplicada em produtos cárneos. **Duas Rodas, 2017**. Disponível em:<https://www.duasrodas.com/acerola-fonte-de-vitamina-c-natural-aplicada-em-produtos-carneos/> Acesso em: 07 de mar. de 2021.

MARBA. **O que é polifosfato?** Disponível em: <http://www.marba.com.br/html/0 34.html> Acesso em: 28 abr. 2021.

MARTÍNZES-ZAMORA, L.; PEÑALVER, R.; ROS, G.; NIETO, G. Substitution of synthetic nitrates and antioxidants by spices, fruits and vegetables in Clean label Spanish chorizo**. Food Research International.** 2020.v. 139. 109835. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920308607> Acesso em: 15 abr. 2021.

MARQUES, H. L. Clean Label é tendência em gêneros alimentícios, inclusive carnes. **Suinocultura Industrial**, 2018. Acesso em: 30 abr. 2021.

NUNES, M.A.S. (2013). Estudo de alternativas naturais a aditivos utilizados em produtos cárneos à base de aves na Empresa X. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar). Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa.

OLIVEIRA, D. F; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. C. F.; HASHIMOTO, E. H.; LUNKES, A. M.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brasilian Journal of Food Technology**, v. 16, nº. 3, p. 163-174, 2013.

PAGLARINI, C. de S. **Utilização de extratos comerciais derivados de plantas em produtos cárneos: avaliação da atividade antioxidante**. Dissertação (Mestrado emTecnologia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010.

SILVA,J. A.; NÓBREGA,E. S.; COSTA,M. J. C. et al.Efeito do consumo de hambúrguer de carne de avestruz e hambúrguer bovino comercial em ratos jovens, pela análise de teores de colesterol total e frações lipoproteicas. **Rev Inst Adolfo Lutz**; 70(3):324-31;2011.

SILVA, K. L. da. Extratos concentrados, a força da natureza. **Food Ingredients Brasil**,ed. 34, p. 55-58, 2015.

SOARES, K. M. de P; SILVA, J. B. A. da; GÓIS, V. A. de. Parâmetros de Qualidade de carnes e produtos cárneos: Uma revisão. **Higiene Alimentar**. v. 31, nº. 268/269, p. 87-94, 2017.

ŠOJIĆ, B.; PAVLIĆ, B.; IKONIĆ, P.; TOMOVIĆ, V.; IKONIĆ, B.; ZEKOVIĆ, Z.; KOCIĆ-TANACKOV, S.; JOKANOVIĆ, M.; ŠKALJAC, S.; IVIĆ, M. Coriander essential oil as natural food additive improves quality and safety of cooked pork sausages with different nitrite levels. **Meat Science**. v. 157, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107879. Acesso em: 10 maio 2021.

SPOSITO, C. M. D. Aplicação de acerola (Malpighia Emarginata D. C.) em pó emCarne Mecanicamente Separada de Frango: avaliação da ação conservante. **Trabalho de conclusão de curso** (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

TOVANI BENZAQUEN INGREDIENTES. Antioxidantes naturais: Produtos estáveis ecom rótulos limpos. **Food Ingredients Brasil**, ed. 42, p. 42-46, 2017.

CAPÍTULO 13

ANÁLISE DO PERFIL QUÍMICO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROMETANÓLICO DE CACAUÍ

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 10/05/2021

Josiana Moreira Mar
Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Polímeros Nanoestruturados (NANOPOL)
Manaus – Amazonas
https://orcid.org/0000-0003-4442-6874

Jaqueline de Araújo Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Departamento de Química, Ambiente e Alimentos, Central Analítica, Campus Manaus Centro
Manaus – Amazonas
https://orcid.org/0000-0002-9168-9864

Sarah Larissa Gomes Flores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Departamento de Química, Ambiente e Alimentos, Campus Manaus Centro
Manaus – Amazonas
http://lattes.cnpq.br/5358701499337330

Edgar Aparecido Sanches
Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Polímeros Nanoestruturados (NANOPOL)
Manaus – Amazonas
https://orcid.org/0000-0002-1446-723X

Pedro Henrique Campelo
Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias
Manaus – Amazonas
https://orcid.org/0000-0002-5137-0162

Valdely Ferreira Kinupp
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Zona Leste
Manaus – Amazonas
https://orcid.org/0000-0002-3892-7288

RESUMO: Cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.) é uma árvore perenefólia nativa em toda a região Amazônica e parte do Centro-Oeste em matas de terra-firme. As suas flores são caulifloras de cor vermelha-vinácea com intenso odor de limão e comestíveis. O extrato e as frações das flores de cacauí foram submetidos a ensaios de capacidade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) e quantificação de fenóis totais pelo método de Folin Ciocalteu, bem como seus perfis químicos obtidos por RMN ^{1}H. O rendimento do extrato hidrometanólico foi de 5,3%. O extrato apresentou CI_{50} de 104,7 ± 0,1 μg/mL no ensaio de DPPH, uma capacidade sequestrante de radical superior às frações, exceto a TS8-10, demonstrando a importância do sinergismo entre as substâncias presentes no extrato. Foram quantificados compostos fenólicos nas frações TS-4 a TS8-10 e confirmados sinais de compostos aromáticos nos perfis químicos. Enquanto as frações TS1-2 e TS3 não foram detectados compostos fenólicos e nos perfis químicos foram observados sinais de açúcares e ácidos orgânicos. Todas as frações exceto TS1-2 e TS-3 apresentaram uma capacidade antioxidante boa, com destaque para a fração TS8-10 foi a que apresentou melhores resultados para todos os ensaios.
PALAVRAS - CHAVE: *Theobroma speciosum*,

Flores comestíveis, Plantas Alimentícias Não Convencionais, Compostos Fenólicos.

ANALYIS OF THE CHEMICAL PROFILE AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF THE HYDROMETANOLIC EXTRACT OF CACAUÍ

ABSTRACT: Cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. Ex Spreng.) It is an evergreen tree native to the entire Amazon region and part of the Midwest in dryland forests. Its flowers are vinous-red cauliflowers with an intense lemon odor and edibles. The extract and fractions of the cacauí flowers were evaluations of tests of antioxidant capacity (DPPH, ABTS and FRAP) and quantification of total phenols by the method of Folin Ciocalteu, as well as their chemical threads collected by ^{1}H NMR. The yield of the hydromethanolic extract was 5.3%. The extract has an IC_{50} of 104.7 ± 0.1 μg / mL in the DPPH assay, a radical scavenging capacity superior to the fractions, except for a TS8-10, demonstrating the importance of synergism between the substances present in the extract. Phenolic compounds in the fractions TS-4 to TS8-10 were quantified and signs of aromatic compounds were confirmed in the chemical profiles. While the fractions TS1-2 and TS-3 were not detected phenolic compounds and in the chemical profiles signs of sugars and liquids were observed. All fractions except TS1-2 and TS-3 independent had a good antioxidant capacity, with emphasis on the fraction TS8-10 that presented the best results for all tests.
KEYWORDS: *Theobroma speciosum*, Edible Flowers, Unconventional Food Plants, Phenolic Compounds.

1 I INTRODUÇÃO

A família Malvaceae possui distribuição predominantemente Pantropical, incluindo cerca de 250 gêneros e 4200 espécies, representada por ervas, arbustos, lianas ou árvores. No Brasil ocorrem cerca de 70 gêneros e 750 espécies. Algumas espécies de Malvaceae apresentam interesse econômico, como o algodão (*Gossypium* spp.), o cacau (*Theobroma cacao*) e o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), ornamental como o hibisco (*Hibiscus* spp.), o malvarisco (*Malvaviscus penduliflorus*), a lanterna-japonesa (*Abutilon* spp.) e a malvarosa (*Alcea rosea*) (SOUZA; LORENZI, 2012).

O gênero *Theobroma* pertence à família Malvaceae e a subfamília Sterculiaceae. As espécies são de origem sul americana, provavelmente na bacia Amazônica e distribui-se pelas florestas úmidas da América (CUATRECASAS, 1964). Todas as árvores de *Theobroma* são consideradas cacaueiros e esses fazem parte da mata pluvial das terras inundáveis ou periodicamente inundáveis pelas cheias de rios e lagos (várzea). Eles ocupam preferivelmente a parte que raramente ou pouco alaga, na terra firme, a maioria prefere as margens de riachos, e outros lugares úmidos, mas *T. speciosum* e *T. spruceanum* habitam terras relativamente secas e *T. camargoanum* é restrito à mata das terras acidentadas do médio e do alto Rio Negro (DUCKE, 1953).

Theobroma speciosum Willd. ex Spreng. é uma árvore perenefólia, de copa estreita e alongada de 8 a 14 m de altura, conhecida popularmente como cacauí, cacau-jacaré ou

cacau-de-macaco. É uma espécie nativa em toda a região Amazônica e parte do Centro-Oeste em matas de terra-firme. Possui fruto globoso-elipsoide que mede cerca de 10 cm de comprimento e pode ter até 20 sementes cobertas por polpa esbranquiçada e sem odor na cápsula. Os frutos possuem sementes que podem produzir um excelente chocolate (branco) pela cor de suas castanhas, no entanto produz poucos frutos, ao menos na região da Amazônia Central. As suas flores são caulifloras e florescem desde o nível do solo, de cor vermelha-vinácea com intenso odor de limão e comestíveis. A espécie merece ser cultivada para a produção de flores comestíveis tropicais e merecem estudos fitoquímicos e farmacológicos para avaliar as substâncias presentes e sua capacidade antioxidante (KINUPP; LORENZI, 2014; MARTINI; TAVARES, 2005).



Figura 1. Caule com flores caulifloras e as flores de cacauí coletadas.

Fonte: KINUPP, V. F.; BEZERRA, J. A.

O estudo realizado com o chá das flores de *T. speciosum* mostrou que o chá é rico em compostos fenólicos e apresentou alta capacidade antioxidante (DPPH, ABTS, FRAP e co-oxidação β-caroteno/ácido linoleico). Os principais compostos identificados foram os ácidos cítrico, málico e protocatecuico, os flavonoides, quercetina e derivados (MAR et al., 2021).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta do Material Botânico e Preparo de Amostras

As flores frescas de *Theobroma speciosum* (56,1 g) foram coletadas no Ministério da Agricultura e foram submetidas a três extrações sucessivas com metanol (°HPLC) e água (Milli-Q) na proporção 9:1, em ultrassom por 15 min. A extração foi realizada em triplicada

para avaliar o teor extrativo. As soluções foram filtradas, concentradas em um evaporador rotativo sob vácuo e em seguida os extratos concentrados foram liofilizados para eliminar o resíduo de água. Os extratos foram conservados em frasco de coloração âmbar e em geladeira para posteriores análises do perfil químico por RMN e das propriedades antioxidantes.

Parte do extrato hidrometanólico de flores *Theobroma speciosum* - TS (334,2 mg) foi submetido a uma coluna cromatográfica com fase estacionária de sephadex LH20 (30,0 x 2,0 cm) com metanol como eluente. Foram obtidas 10 frações (30 mL) que foram reunidas em 7 frações, a partir da similaridade por análise de Cromatografia de Camada Delgada Comparativa - CCDC. As frações secas foram submetidas a análise de propriedades antioxidantes e as frações de 1 a 6 a análise dos perfis químicos por RMN ^{1}H conforme Figura 2.

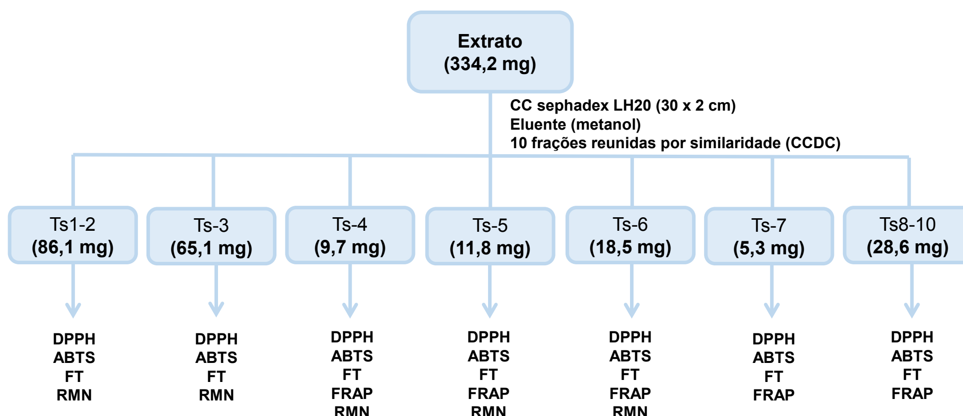


Figura 2. Fracionamento cromatográfico do extrato hidrometanólico de flores de cacauí

2.2 Avaliação da Capacidade Antioxidante e Quantificação de Fenois Totais

O ensaio da capacidade sequestrante do radical $DPPH^{\cdot}$ (2,2-difenil-1-pricril-hidrazila) seguiu a metodologia descrita por Molyneux (2004), com adptações para leitora de microplaca. Após a amostra vegetal reagir com solução metanólica de DPPH a 60 μM, a microplaca foi incubada em temperatura ambiente na ausência de luz por 30 minutos e realizada a leitura em Leitora de microplaca a 515 nm. O padrão utilizado foi a quercetina e os resultados foram expressos em Concentração Inibitória a 50% - CI_{50}, definida como o valor do substrato que inibe em 50% o radical $DPPH^{\cdot}$. O ensaio foi realizado em triplicata.

O ensaio da capacidade sequestrante do $ABTS^{\cdot+}$ consiste em medir a descoloração da solução de $ABTS^{\cdot+}$ pela presença de extratos antioxidantes, de acordo com o método descrito por Re et al. (1999) adaptado. Após o tempo reacional de 6 minutos da amostra com o radical na proporção de 1:10, as absorvâncias foram mensuradas em Leitor de

microplaca a 750 nm. A curva padrão foi feita com o Trolox (y = 0,0003x + 0,7502, R^2 = 0,9999) e os resultados foram expressos em micromolar de Equivalentes de Trolox por grama de amostra (μM ET/g).

O ensaio de poder antioxidante redutor do ferro – FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay) consiste em analisar a capacidade redutora (Fe^{+3} para Fe^{+2}) dos extratos na presença de tripiridiltriazina. Após 30 min de reação entre a amostra e o reagente FRAP a 37 °C, foi realizada a leitura em espectrofotômetro de ultravioleta a 593 nm. Foi feita uma curva padrão de $FeSO_4$ (y = 0,0008x + 0,1063, R^2 = 0,9958) e os resultados foram expressos em mmol de equivalentes de Fe (II) por grama de amostra (PULIDO; BRAVO; SAURA-CALIXTO, 2000).

A quantificação de fenólicos totais foi utilizando o reagente de Folin Ciocalteu. A reação entre a amostra e o reagente foi incubada por 5 minutos e após esse período foi adicionado bicarbonato de sódio e incubado por mais 90 minutos. Em seguida foi realizada a leitura na Leitora de microplaca a 750 nm. O padrão utilizado foi o ácido gálico (y = 0,0047x + 0,1394, R^2 = 0,9989) e os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g) (VELIOGLU et al., 1998).

2.3 Obtenção dos Perfis Químicos por Ressonância Magnética Nuclear - RMN

Os perfis químicos do extrato e das frações foram obtidos com o auxílio da técnica de Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear registrados em espectrômetro Avance IIIHD da Bruker (11,74 T, BBFO Plus SmartProbe ™). As amostras foram solubilizadas em solvente deuterado DMSO-d6. Os deslocamentos químicos foram expressos em ppm (δ) e as constantes de acoplamento (*J*) foram registradas em Hertz (Hz), o tetrametilsilano – TMS foi utilizado como referência interna em δ 0,00 para calibração dos espectros. Os espectros obtidos foram processados em software TopSpin™ 4.1.1.

2.4 Análise Estatística

Os resultados dos ensaios foram expressos como média ± desvio padrão. Os dados foram avaliados por ANOVA One-Way com teste de Tukey (95% de significância) e Test-T (p <0,05) utilizando o software Minitab®.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento (%) do extrato hidrometanólico das flores de *T. speciosum* foi de 5,3 ± 0,1. O extrato foi submetido a análise por capacidade sequestrante do radical DPPH· e o resultado de CI_{50} foi de 104,7 ± 0,1 μg/mL. As frações foram submetidas aos ensaios de capacidade antioxidante e quantificação de fenóis totais e os resultados estão expressos na Tabela 1. Comparando o ensaio de DPPH, observou-se que o extrato hidrometanólico das flores de *Theobroma speciosum* (TS) apresentou uma capacidade sequestrante superior as frações, exceto a TS8-10, demonstrando a importância do sinergismo entre os

compostos presentes no extrato. As correlações de Pearson dos ensaios ($p < 0,05$) foram excelentes, mostrando a correlação inversa entre os resultados de DPPH com os outros ensaios, visto que quanto menor a CI_{50}, maior os valores nos ensaios de equivalência aos padrões (ABTS, FRAP e FT). Todas as frações exceto TS1-2 e TS-3 apresentaram uma capacidade antioxidante boa, com destaque para a fração TS8-10 foi a que apresentou melhores resultados para todos os ensaios.

Amostra	DPPH CI_{50} (µg/mL)	ABTS (µM ET/g)	FT (mg EAG/g)	FRAP (mmolFe(II)/g)
TS1-2	>1000	$503,6 \pm 10,7^{f}$	ND	NR
TS-3	>1000	$574,7 \pm 20,8^{e}$	ND	NR
TS-4	$311,6 \pm 17,7^{a}$	$1021,8 \pm 3,8^{d}$	$71,1 \pm 0,8^{e}$	$995,0 \pm 5,2^{b}$
TS-5	$222,0 \pm 4,6^{b}$	$1167,3 \pm 3,3^{b}$	$111,2 \pm 2,7^{b}$	$655,0 \pm 2,6^{e}$
TS-6	$146,4 \pm 7,9^{c}$	$1115,1 \pm 5,1^{c}$	$86,5 \pm 0,6^{c}$	$693,0 \pm 0,7^{d}$
TS-7	$133,5 \pm 9,4^{c}$	$1245,1 \pm 5,1^{a}$	$77,7 \pm 0,3^{d}$	$855,9 \pm 1,3^{c}$
TS8-10	$84,3 \pm 1,6^{d}$	$1267,3 \pm 3,3^{a}$	$115 \pm 0,4^{a}$	$1127,5 \pm 3,8^{a}$

Tabela 1 - Resultados dos ensaios antioxidantes das frações das flores de *Theobroma speciosum.*

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes. ND: não detectado, NR: não realizado. Correlações de Pearson: DPPH e ABTS (-0,988); DPPH e FT (-0,954); DPPH e FRAP (-0,928); ABTS e FT (0,957); ABTS e FRAP (0,917); FT e FRAP (0,881).

O extrato TS e as frações TS1-2 a TS6 foram submetidos a análise por Ressonância Magnética Nuclear de ^{1}H para obtenção dos perfis químicos conforme Figuras 2 e 3. A partir da análise do espectro de RMN ^{1}H do extrato hidrometanólico das flores de *Theobroma speciosum* (TS), foi possível observar uma mistura complexa com vários sinais majoritários característicos de açúcares, como sinais de hidrogênios anoméricos na região de d_H 4,0 a 5,5 e vários sinais minoritários na região de aromáticos e olefínicos na região de d_H 6,0 a 8,5. O extrato foi submetido ao fracionamento e as frações foram submetidas a análise por RMN obter os perfis químicos.

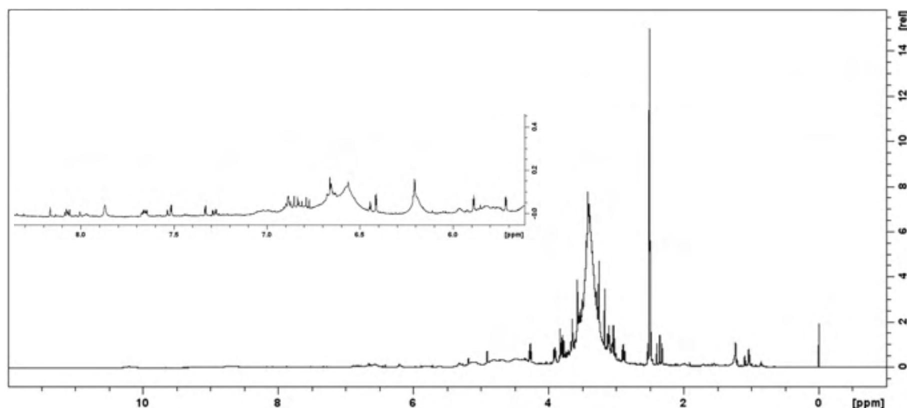


Figura 3 - Espectro de RMN [1]H do extrato das flores de *Theobroma speciosum* (DMSO-d6, 500 MHz).

A partir da análise dos espectros de RMN de ^{1}H das frações TS1-2 e TS-3 foi possível observar sinais característicos de açúcares semelhantes aos sinais encontrados no extrato. A partir dos dados obtidos no espectro de RMN de ^{1}H da fração TS4 foram evidenciados sinais na região aromática, a presença de um dubleto em δ_H 7,33 (*J* = 1,9 Hz) e um duplo dubleto em δ_H 7,28 (*J* = 8,2 e 1,9 Hz), ambos com constantes de acoplamentos característicos de átomos de hidrogênio acoplados em posição *meta* no anel, além de um dubleto em δ_H 6,78 (*J* = 8,2 Hz) com acoplamento entre átomos de hidrogênio na posição *orto*, sugere um núcleo de benzeno-1,2,4-trissubstituído. A partir dos dados complementares de HSQC e HMBC é possível sugerir a estrutura de um derivado de catecol conhecido como ácido protocatecuico (Tabela 2) também identificado no extrato hidrometanólico. A presença do ácido protocatecuico contribui para a atividade antioxidante das flores de *Theobroma speciosum*.

Segundo Broizini et al. (2007), o ácido protocatecuico apresentou elevada atividade antioxidante com valores superiores ao BHT (butil-hidroxi-tolueno), o que caracteriza o excelente potencial antioxidante dos ácidos fenólicos isolados na fração que eles estudaram, as quais são representadas pelos ácidos gálico, p-cumárico, protocatecuico, ferúlico, cafeico cinâmico, quínico, gentíssico e salicílico.

A partir dos dados obtidos no espectro de RMN de ^{1}H da fração TS-5 foram evidenciados sinais de um constituinte majoritário com a presença de três duplos dubletos: δ_H 4,05 (*J* = 7,8 e 5,5 Hz); δ_H 2,55 (*J* = 15,7 e 7,8 Hz) e δ_H 2,38 (*J* = 15,7 e 5,5 Hz). A partir dos dados espectroscópicos obtidos é possível sugerir a estrutura do ácido orgânico, ácido 2-hidroxibutanodioico, conhecido como ácido málico presente também na fração TS-4 e extrato (Tabela 2). Os sinais característicos do ácido protocatecuico foram identificados como minoritários. Os compostos, ácido protocatecuico e ácido málico foram identificados no chá de flores de *T. speciosum* (MAR et al., 2021). Outros sinais também foram identificados são característicos de um esqueleto flavonoídico. Mais experimentos serão

realizados para fechar a estrutura provável de um derivado de apigenina.

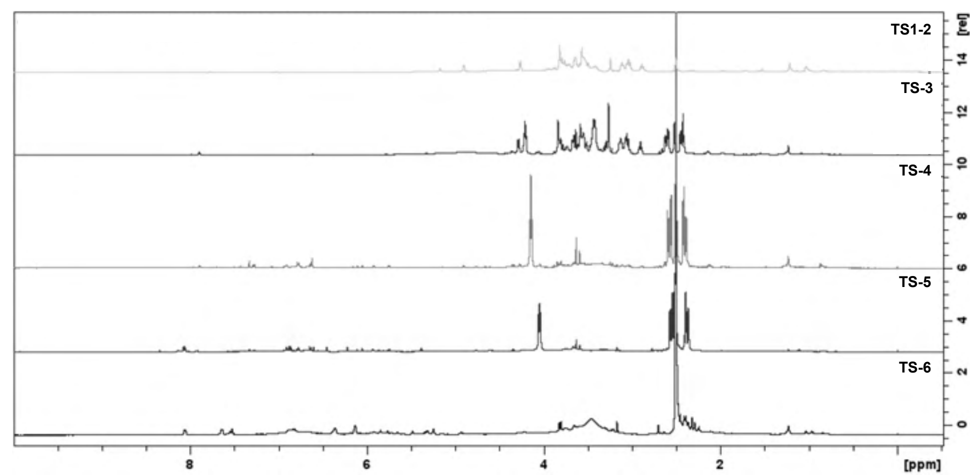


Figura 4 - Espectros de RMN ^{1}H das frações das flores de *Theobroma speciosum* (DMSO-d6, 500 MHz).

A partir da análise do espectro de RMN ^{1}H da fração TS-6 foi possível observar uma mistura complexa com vários sinais característicos de hidrogênios aromáticos e olefínicos. Das frações TS-7 e TS8-10 não foram obtidos espectros bem resolvidos por RMN, devido à natureza complexa da amostra, embora tenham apresentado resultados interessantes de propriedades antioxidantes. As amostras serão posteriormente submetidas a análise por espectrometria de massas – EM para identificação das substâncias ativas.

Compound	**δ_H in ppm Multiplicidade e constante de acoplamento (*J* em Hertz)**	**δ_C in ppm**
Ácido protocatecuico	7,33 d (*J* =1,9, H-2) 6,78 d (*J* = 8,2, H-5) 7,28 dd (*J* = 8,2 e 1,9, H-6)	116,9 (C-2), 145,4 (C-3), 150,3 (C-4), 115,7 (C-5), 122,3 (C-6), 167,5 (C-1’)
Ácido málico	4,05 dd (*J* = 7,8 e 5,5, H-2) 2,55 dd (*J* = 15,7 e 7,8, H-3a) 2,38 dd (*J* = 15,7 e 5,5, H-3b)	176,0 (C-1), 66,8 (C-2), 41,0 (C-3), 172,4 (C-4)

Table 2. Compostos identificados no extrato e na fração TS4 e TS5.

4 I CONCLUSÃO

O extrato hidrometanólico das flores de *Theobroma speciosum* apresenta resultados promissores quanto a capacidade sequestrante dos radicais, a qual teve boa correlação com a presença de compostos fenólicos e capacidade redutora de ferro. As frações TS1-2 e TS-3 que apresentam sinais característicos de açúcares e não apresentaram as propriedades antioxidantes nas concentrações testadas. As demais frações apresentaram propriedades antioxidantes e a partir das análises dos espectros de RMN 1D e 2D foi possível identificar o ácido protocatecuico e o ácido málico no extrato e frações TS4 e TS5. O ácido protocatecuico apresenta atividade antioxidante comprovada, o que justifica os bons resultados das frações TS-4 e TS-5. O extrato apresentou boa atividade antioxidante, o que mostra a importância do sinergismo dos compostos presentes na amostra. Serão realizadas novas análises para identificação dos compostos fenólicos responsáveis pelas propriedades antioxidantes das frações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (n. 062.00917/2015-FIXAM) pelo suporte financeiro e a Central Analítica da UFAM pelas análises.

REFERÊNCIAS

BROIZINI, P.R.B.; ANDRADE-WARTHA, E.R.S.; SILVA, A.M.DE O;NOVOA, A.J.V.;TORRES, R.P;AZEREDO, H. M.C.; ALVES, R.E.;MACINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (Anacardium occidentale L .). **Ciência e tecnologia de alimentos . Campinas**, v. 27, n. 4, p. 902–908, 2007.

CRUZ, J. Caracterização das sementes de variedades de cacau Theobroma cacao L . resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem. p. 1011, 2012.

CUATRECASAS, J. CACAO AND ITS ALLIES A TAXONOMIC REVISION OF THE GENUS THEOBROMA. **Contribuitions from thr National Herbarium**, 1964.

DUCKE, A. **BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE.**BELÉM, 1953.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. H. **Plantas Alimenticias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas.** 1. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2014.

MAR, J. M. et al. Edible flowers from Theobroma speciosum: Aqueous extract rich in antioxidant compounds. **Food Chemistry**, v. 356, n. March, 2021.

MARTINI, M. H.; TAVARES, D. DE Q. Reservas das sementes de sete espécies de Theobroma : revisão Seed reserves from seven species of the genus Theobroma : a review. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 64, n. 1, p. 10–19, 2005.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicryl- hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin J. Sci. Technol.**, v. 50, n. 2, 2004.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant Activity of Dietary Polyphenols As Determined by a Modified Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396–3402, ago. 2000.

RE, R. et al. Antioxidant Activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.

SOUSA, M.; MORAIS, L. TOTAL PHENOLICS AND IN VITRO ANTIOXIDANT CAPACITI OF TROPICAL FRUIT PULP WASTES. **BRAZILIAN JOURNAL OS FOOD TECHNOOGY**, v. 14, p. 202–210, 2011.

SOUZA E LORENZI, V. C., H. **BOTÂNICA SISTEMÁTICA**. 3. ed. São Paulo: [s.n.].

VELIOGLU, Y. S. et al. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4113–4117, 1998.

CAPÍTULO 14

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, REOLÓGICA E ESTRUTURAL DA FARINHA DE PINHÃO (*Araucaria Angustifolia*) CRU E COZIDO VISANDO APLICAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 11/05/2021

Barbara Geremia Vicenzi
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/6906516069082958

Fernanda Jéssica Mendonça
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/2265148975869266

Denis Fabrício Marchi
Instituto Federal do Paraná
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/6467331713716180

Daniele Cristina Savoldi
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/3266466300403166

Ana Clara Longhi Pavanello
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/2355385427581884

Thais de Souza Rocha
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/7649535355037521

Adriana Lourenço Soares
Universidade Estadual de Londrina
Londrina - Paraná
http://lattes.cnpq.br/4755441669109405

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar farinhas de pinhão cru e cozido quanto às suas propriedades químicas, reológicas e estruturais. As farinhas de pinhão apresentaram em média 64,0% de amido, 8,7% de fibras totais, dos quais 85,0% são insolúveis. Os teores de compostos fenólicos totais foram de 515,38 e 1534,04 mg GAE g^{-1} para a farinha de pinhão cru e cozido, respectivamente. A farinha de pinhão cozido apresentou melhor atividade antioxidante pelos métodos de DPPH, ABTS. Pela microscopia eletrônica de varredura foi possível observar diferenças morfológicas entre os dois amidos, no amido de pinhão cozido os grânulos apresentaram facetados com estrutura semicristalina, característico de amido retrogradado. Pela análise de calorimetria diferencial de varredura, o amido de pinhão cru apresentou temperatura inicial de gelatinização de 48,02 ºC, pico endotérmico em 56,75 ºC, para o amido de pinhão cozido não foi possível determinação devido à gelatinização ocorrida no cozimento do pinhão. O poder de inchamento da farinha de pinhão cru elevou-se progressivamente até 80 °C atingindo inchamento de 11%, enquanto a farinha de pinhão cozido apresentou inchamento máximo de 8% a 70 °C. A farinha de pinhão cru apresentou aumento na viscosidade a partir de 66 ºC, com pico de 1100 BU a 78 ºC, enquanto a farinha de pinhão cozido apresentou temperatura de pasta menor (54 ºC) com pico de viscosidade de 285 BU. As farinhas de pinhão cru e cozido apresentaram potenciais para aplicação em alimentos, sendo que a farinha de pinhão cozido pode ser uma alternativa para produtos susceptíveis à oxidação e/ou alimentos

processados, como sopas e molhos.
PALAVRAS - CHAVE: Atividade antioxidante, Compostos fenólicos, Gelatinização. Microscopia eletrônica de varredura.

CHEMICAL, RHEOLOGICAL AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF RAW AND COOKED PINHÃO (*Araucaria Angustifolia*) FLOUR FOR APPLICATION IN FOOD PRODUCTS

ABSTRACT: The study objective was to characterize raw and cooked pinhão flour on chemical, rheological, and structural properties. Pinhão flour presented 64.0% of starch, 8.7% of total fibers, of which 85.0% are insoluble. The contents of total phenolic compounds were 515.38 and 1534.04 mg GAE g-1 for raw and cooked pinhão flour, respectively. Cooked pinhão flour had better antioxidant activity by DPPH and ABTS assays. Scanning electron microscopy highlighted morphological differences between the starches. In the cooked pinhão starch, the granules presented a faceted semi-crystalline structure, characteristic of retrograded starch. Differential scanning calorimetry results showed that raw pinhão starch had an onset gelatinization temperature of 48.02 ºC, endothermic peak at 56.75 ºC. It was not possible to determine these properties for the cooked pinhão starch due to the gelatinization that occurred during the cooking of the pinhão. The swelling power of raw pinhão flour progressively increased until 80 °C, reaching a swelling of 11%, while cooked pinhão flour showed a maximum swelling of 8% at 70 °C. The raw pinhão flour presented an increase in viscosity starting at 66 ºC, with a peak of 1100 BU at 78 ºC, while the cooked pinhão flour presented a lower paste temperature (54 ºC) with a viscosity peak of 285 BU. Raw and cooked pinhão flour showed potential for application in food, and cooked pinhão flour may be an alternative for products susceptible to oxidation and processed foods, such as soups and sauces.
KEYWORDS: Antioxidant activity. Phenolics compounds. Gelatinization. Scanning electron microscopy.

1 I INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) é uma espécie vegetal do tipo arbóreo, típica de clima subtropical e temperado úmido (CLADERA-OLIVERA *et al.*, 2011), sua região de ocorrência nativa se estende pelo sul do Brasil, leste do Paraguai e nordeste da Argentina (BRANCO *et al.*, 2016), devido à exploração de sua madeira durante os séculos passados, restaram apenas cerca de 5 a 8% de árvores nativas no ambiente natural (PINTO *et al.*, 2012).

A Araucária produz sementes denominadas pinhão, com produção sazonal entre os meses de abril a agosto (BRANCO *et al.*, 2016). Além do tradicional consumo das sementes cozidas, o desenvolvimento de novos produtos a partir do pinhão ou sua utilização como ingrediente, pode estimular seu processamento e comercialização, contribuindo para o plantio e a preservação das Araucárias, o que evita a extinção da espécie (LEITE *et al.*, 2008).

O pinhão apresenta em média 70,64% de amido, 10,06% de fibra alimentar, 6,89% de proteínas, 2,51% de lipídios e 3,00% de cinzas, em base seca (CORDENUNSI *et al.*, 2004) e contém alto teor de compostos fenólicos, principalmente na casca e na película localizada no interior da casca, que durante o cozimento migram para a parte comestível da semente (CORDENUNSI *et al.*, 2004; SANT'ANA *et al.*, 2016). Os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante, auxiliando na promoção à saúde humana, prevenindo doenças, como cardiovasculares, neurológicas e cancerígenas (SILVA *et al.,* 2010).

A produção de farinha de pinhão, que apresenta menor teor de água livre quando comparada à semente, aumenta a estabilidade e o tempo de vida útil (LEITE *et al.*, 2008; DAUDT *et al.*, 2014), possibilitando o consumo para além da época da colheita e para as demais regiões do Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar as farinhas de pinhão cru e cozido quanto às suas propriedades químicas, térmicas, reológicas e estruturais para subsidiar futuras aplicações em produtos alimentícios.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das farinhas de pinhão cru e cozido

As sementes da *Araucaria angustifolia* foram obtidas no município de Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil (safra de 2018). Os pinhões foram separados em dois tratamentos, cru e cozido. O cozimento foi realizado em panela de pressão por 30 minutos com água na proporção de 1:2, conforme método adaptado de Koehnlein *et al.* (2012). Ambos os tratamentos passaram por descascamento manual e foram moídos em processador formando gritz.

Os gritz foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C até peso constante. O material foi triturado em moinho de bancada (IKA®, A11) e peneirado (28 mesh). As farinhas obtidas foram armazenadas em embalagens plásticas e mantidas a 4 ºC até as análises.

2.2 Métodos

O conteúdo de umidade, lipídios, cinzas, fibras alimentares e proteínas (N x 6,25) das farinhas foi determinado segundo a AACC (1999). O teor de carboidratos dos produtos foi obtido por diferença.

A concentração de amido total foi determinada de acordo com o método 76-11.01 da AACC (1999), com modificações. O amido das farinhas foi hidrolisado pela enzima amiloglucosidase (28 U mL^{-1}) e a glicose produzida foi quantificada por *kit* para determinação de glicose em espectrofotômetro (Libra S22, Biocromo) a 505 nm.

O teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método Folin-Ciocalteau adaptado de Kumazawa, Hamasaka e Nakayama (2004). Os compostos fenólicos foram

extraídos utilizando acetona 70%, na proporção de 1:10 (m v^{-1}) de acordo com o método adaptado de Koehnlein *et al.* (2012). Foram misturados 0,5 mL de extrato de farinha de pinhão, 0,5 mL do reagente Folin- Ciocalteau 0,9 N e 0,5 mL de carbonato de sódio 10% (m v^{-1}). A mistura foi armazenada à temperatura ambiente ao abrigo da luz, por 1 hora. A absorbância foi lida a 760 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por grama de amostra (mg GAE g^{-1}).

Para análise das atividades antioxidantes foram preparados extratos da farinha de pinhão cru e cozido utilizados. Uma suspensão de 1,0 g de amostra em 4,0 mL de etanol 70% (v v^{-1}) foi homogeneizada e mantida em repouso ao abrigo da luz por 60 minutos. Em seguida, foi centrifugada por 10 minutos a 11000 rpm, o sobrenadante foi armazenado e realizou-se uma segunda extração seguindo o mesmo procedimento. Os extratos obtidos foram transferidos para um balão volumétrico (10 mL) e completou-se o seu volume com água destilada.

Para determinação da atividade antioxidante pela captura do radical livre 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), uma alíquota (0,1 mL) de extrato foi adicionada a 3,9 mL de solução de DPPH (RUFINO *et al.,* 2007a). A solução controle 0,1 mL (álcool etílico 70%, acetona 70% e água) foi adicionada a 3,9 mL de DPPH. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 515 nm no tempo de 120 min. Os resultados foram expressos em EC_{50}, que corresponde à quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH.

A atividade antioxidante pelo método $ABTS^{°+}$ (2,2’, azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) foi realizada de acordo com Rufino *et al.* (2007b). O radical $ABTS^{°+}$ foi formado pela reação da solução estoque de $ABTS^{°+}$ 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM, incubados na ausência da luz por 16 horas, a temperatura ambiente. Em seguida, o radical foi diluído em etanol até apresentar absorbância 0,70 (± 0,05) a 734 nm. Uma alíquota de 30 *µ*L do extrato foi adicionada a 3,0 mL do radical $ABTS^{°+}$ ao abrigo da luz. Após 6 minutos de reação, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 734 nm. Uma curva padrão foi construída com solução de Trolox 2 mmol L^{-1}. Os resultados foram expressos em µM de Trolox por grama de amostra.

O poder redutor das farinhas foi medido por meio do ensaio antioxidante redutor férrico (FRAP) (RUFINO *et al.*, 2007c). A solução do reagente FRAP foi obtida com 25 mL de tampão acetato (0,3 mol L^{-1} pH 3,6), 2,5 mL de solução de TPTZ 10 mmol L^{-1} diluído em HCl 40 mmol L^{-1}, e 2,5 mL de solução de $FeCl_3$ 20 mmol L^{-1}. Foram homogeneizados 90 *µ*L do extrato da amostra, 270 *µ*L de água destilada e 2,7 mL de reagente FRAP e levados ao banho-maria a 37 °C por 30 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 595 nm. Os resultados foram expressos em µmol L^{-1} de sulfato ferroso por grama de amostra.

A análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizada no amido das farinhas de pinhão conforme procedimento descrito por Cancian *et al.* (2018). A extração do amido das farinhas de pinhão foi realizada por meio da agitação por 30 minutos de

suspensões de farinha em água destilada, que posteriormente, foram peneiradas em peneiras de 100 mesh e secas em estufa a 40 °C. As micrografias foram obtidas utilizando o microscópio eletrônico de varredura FEI Quanta 200 (FEI Company) com aumento de 500 e 2000 vezes, operando com um acelerador de voltagem 9 kV. O diâmetro médio foi obtido mensurando os grânulos de amido na escala de 200 μm (500 vezes de aumento).

As propriedades térmicas dos amidos de farinha de pinhão foram determinadas por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC). Foram pesados 3 mg de amido, em base seca, em cápsulas de alumínio e misturadas com 9 μL de água destilada. As cápsulas foram fechadas e mantidas por 24 h a 4 ºC. As cápsulas foram colocadas no equipamento (SHIMADZU, DSC-60), aquecidas a uma razão de 5 ºC/minuto, de 25 a 100 ºC e uma cápsula de alumínio vazia foi utilizada como referência.

O poder de inchamento das farinhas foi realizado conforme procedimento descrito por Rocha, Demiate e Franco (2008). Suspensões de 0,2 g de farinha em 18 mL de água destilada foram homogeneizadas em vortex e aquecidas em banho de água com agitação (Tecnal, TE-053) durante 30 minutos a 60, 70, 80 e 90 °C. As suspensões foram retiradas do banho, secas e pesadas. O peso da mistura foi completado para 20 g de água destilada e os tubos foram fechados, invertidos para homogeneizar e centrifugados (Eppendorf, 5810 R) a 3200 rpm por 15 minutos. O precipitado coletado após a centrifugação foi determinado como peso do sedimento dividido pelo peso de amostra seca.

As propriedades de pasta das farinhas foram determinadas em um Viscógrafo (Brabender®, 680023) conforme metodologia Mariotti *et al*. (2018), com modificações. Suspensões aquosas de 400 mL das amostras (12,5% em base seca), foram aquecidas de 30 a 95 °C, com agitação constante (75 rpm) e taxa de aquecimento de 1,5 °C/min. As suspensões foram mantidas a 95 °C por 10 min e, então, resfriadas a 50 °C, com taxa de resfriamento de 1,5 °C/min sob agitação constante.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste t de *Student* a 5 % de probabilidade para comparação entre as farinhas de pinhão cru e cozido, utilizando o programa RStudio 3.5.1 (R Core Team, 2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O componente majoritário das farinhas de pinhão cru e cozido foi o carboidrato (Tabela 1), sendo o amido o componente principal desta fração. A farinha de pinhão cozido apresentou menor teor de amido que a farinha de pinhão cru, o que provavelmente ocorreu devido à gelatinização durante o cozimento, na qual as cadeias de amilose podem ter sido lixiviadas, além da retrogradação, que pode ter dificultado a determinação pela resistência à ação enzimática. As farinhas de pinhão apresentaram em média 8,40% de fibras totais, sendo que a farinha de pinhão cozido apresentou maior teor de fibras insolúveis (7,77%) que a farinha de pinhão cru (6,57%), possivelmente devido a quantificação do amido

retrogradado como fibra.

A farinha de pinhão cozido apresentou maiores teores de umidade e proteínas, e menor conteúdo de cinzas que a farinha de pinhão cru. Os teores de lipídios, fibra alimentar total e fibra solúvel não diferiram entre as duas amostras.

No geral, as farinhas de pinhão cru e cozido apresentaram baixo teor de umidade e lipídios e alto teor de amido e fibras, características importantes que conferem estabilidade e permitem sua utilização como ingredientes em alimentos.

Componentes (% em base seca)	**Farinha de pinhão cru**	**Farinha de pinhão cozido**
Umidade	$8,63^{b} \pm 0,09$	$9,03^{a} \pm 0,07$
Cinzas	$3,01^{a} \pm 0,07$	$2,67^{b} \pm 0,03$
Proteína	$5,82^{b} \pm 0,06$	$5,96^{a} \pm 0,03$
Lipídios	$4,28^{a} \pm 0,64$	$4,35^{a} \pm 0,23$
Carboidratos*	86,89	87,01
Amido total	$65,29^{a} \pm 0,86$	$62,56^{b} \pm 0,37$
Fibra alimentar total	$8,12^{a} \pm 0,44$	$8,65^{a} \pm 0,31$
Fibra alimentar insolúvel	$6,57^{b} \pm 0,17$	$7,77^{a} \pm 0,19$
Fibra alimentar solúvel	$1,55^{a} \pm 0,55$	$0,88^{a} \pm 0,36$

*teor de carboidratos obtido por diferença

Resultados das médias ± desvio padrão realizados em triplicata (n = 3)

Médias seguidas de diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 1 Composição química da farinha de pinhão cru e cozido.

Na Tabela 2, observa-se que a farinha de pinhão cozido apresentou quase 3 vezes mais compostos fenólicos (1534,04 mg GAE g^{-1}) que a farinha de pinhão cru (515,38 mg GAE g^{-1}). Koehnlein *et al*. (2012) e Sant'Ana *et al.* (2016) também observaram aumento no conteúdo de compostos fenólicos totais na semente de pinhão cozido que na semente crua. O cozimento promove a migração desses compostos da casca para a parte comestível da semente (KOEHNLEIN *et al*., 2012) o que justifica os maiores valores para farinha de pinhão cozido.

Pelo método de eliminação do radical DPPH, a farinha de pinhão cozido apresentou menor valor de EC_{50} que a farinha de pinhão cru (Tabela 2), indicando melhor atividade antioxidante. A farinha de pinhão cozido também apresentou maior capacidade antioxidante pela captura do radical livre ABTS em relação a farinha de pinhão cru. No entanto, pelo método FRAP, a farinha de pinhão cozido apresentou menor valor que a farinha de pinhão cru. Para os testes *in vitro* envolvendo o mecanismo de transferência de um átomo de

hidrogênio (DPPH e ABTS), a farinha de pinhão cozido apresentou maior potencial antioxidante, devido ao maior teor de compostos fenólicos, enquanto que, no método de FRAP, cujo mecanismo baseia-se na transferência eletrônica, a farinha de pinhão cru apresentou melhor atividade.

Atividade Antioxidante	Farinha de pinhão cru	Farinha de pinhão cozido
Composto fenólicos totais (mg GAE g^{-1})	515,38[b] ± 9,89	1535,04[a] ± 29,47
DPPH (mg g^{-1} DPPH)	12,88[a] ± 1,64	5,26[b] ± 0,40
ABTS (µmol L^{-1} ET g^{-1})	3,65[b] ± 0,18	14,51[a] ± 0,76
FRAP (µmol L^{-1} $FeSO_4$ g^{-1})	0,12[a] ± 0,00	0,04[b] ± 0,00

Resultados das médias ± desvio padrão em triplicata (n = 3).

Médias seguidas de diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 2 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da farinha de pinhão cru e cozido.

Os grânulos de amido da farinha de pinhão cru (Figura 1A-B) apresentaram formato predominantemente oval com extremidades côncavas, superfícies lisas e com diâmetro médio de 15,42 *µ*m. Morfologias semelhantes foram observadas por outros autores para amido de pinhão cru (CAPELLA, PENTEADO e BALBI, 2009, DAUDT *et al.*, 2014 e ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.*, 2017). Para o amido de farinha de pinhão cozido (Figura 1C-D) observou-se predominância de partículas com diâmetro médio significativamente maior (131,25 *µ*m), formatos poligonais ou poliédricos, extremidades pontiagudas e superfícies facetadas, possuindo uma estrutura interna semicristalina com rompimento das faces devido a reorganização molecular. O maior diâmetro dos grânulos de amido de pinhão cozido pode ser resultado da adsorção das moléculas de água na estrutura do grânulo durante a cocção (CAPELLA, PENTEADO e BALBI, 2009).

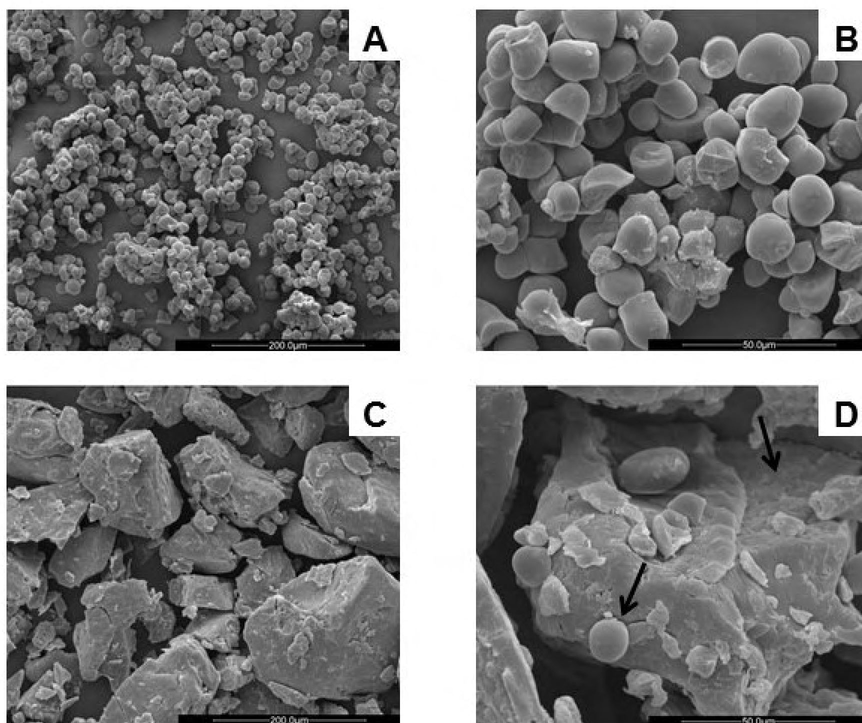


Figura 1 Microscopia eletrônica de varredura: (A-B) amido de pinhão cru; (C-D) amido de pinhão cozido. (A-C) ampliação em 500x e (B-D) ampliação em 2000x.

A estrutura morfológica do amido da farinha de pinhão cozido é característica de materiais mais cristalinos, indicando que ocorreu a retrogradação, onde as cadeias de amilose e amilopectina tendem a se reorganizarem, com formato distinto do encontrado antes do processo de cozimento (gelatinização). Na Figura 1D, é possível visualizar ampliada a matriz com a estrutura semicristalina com diversas faces e alguns grânulos que permaneceram com formato intacto. Estes resultados corroboram com os maiores teores de fibras insolúveis e menores teores de amido (Tabela 1) obtidos para a farinha de pinhão cozido.

Pela análise de calorimetria diferencial de varredura, o amido de pinhão cru apresentou temperatura inicial de gelatinização de 48,02 ºC, pico endotérmico em 56,75 ºC e temperatura final de 63,71 ºC, com uma variação de entalpia de gelatinização de 8,34 J g^{-1}. Houve dificuldade para determinação das propriedades térmicas do amido de pinhão cozido, pois este já havia sido gelatinizado no processo de cozimento do pinhão e retrogradado (Figura 1C-D). A variação de entalpia obtida foi muito baixa e em alguns casos não foi possível obter picos endotérmicos, pois apesar deste amido ainda apresentar alguns grânulos intactos (Figura 1D), é possível que a quantidade destas estruturas intactas não tenha sido o suficiente para a detecção, ou ainda, que a organização molecular

semicristalina destes grânulos tenha sido danificada durante o cozimento dos pinhões. Veronese *et al.* (2018) também não puderam avaliar as propriedades térmicas de amidos extrusados devido a sua pré-gelatinização durante o processamento.

Em relação ao poder de inchamento da farinha de pinhão cru, observa-se um aumento progressivo até 80 ºC (Figura 2) devido à gelatinização dos grânulos de amido nativos quando aquecidos em água. Durante a gelatinização ocorre a ruptura da ordem molecular dentro do grânulo, que ocasiona o inchaço devido à absorção de água (BELLO-PÉREZ *et al.,* 2006). O poder de inchamento a 90 °C não foi diferente do observado a 80 ºC, mostrando que este amido foi resistente à ruptura dos grânulos em temperatura elevada. Resultados semelhantes foram descritos por ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.* (2017) e BELLO-PÉREZ *et al.* (2006).

O poder de inchamento da farinha de pinhão cozido apresentou comportamento totalmente diferente da farinha crua, devido ao seu pré-cozimento resultando em uma farinha pré-gelatinizada. Assim, observou-se um poder de inchamento a 60 ºC maior do que aquele observado para a farinha de pinhão cru (Figura 2). Amidos pré-gelatinizados conseguem absorver água a frio, resultando em um aumento de viscosidade. O maior poder de inchamento da farinha de pinhão cozido foi observado a 70 ºC, nas temperaturas de 80 e 90 ºC houve ligeira diminuição, resultando em um poder de inchamento menor do que para a farinha de pinhão cru. É possível que a estrutura mais cristalina observada para o amido de pinhão cozido (Figura 1C-D) tenha dificultado a absorção de água, restringindo o seu inchamento.

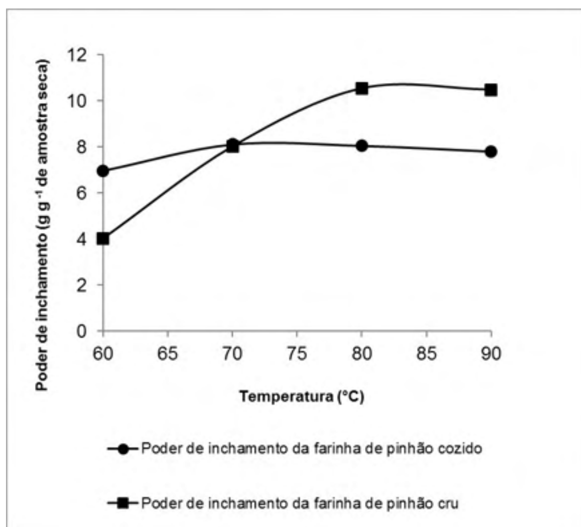


Figura 2 Poder de inchamento das farinhas de pinhão cru e cozido em diferentes temperaturas.

Em relação às propriedades de pasta, observou-se para a farinha de pinhão cru um aumento na viscosidade a partir de 66 ºC (Figura 3), atingindo o pico de viscosidade (1100 BU) a 78 ºC. Estes resultados estão de acordo com o observado para poder de inchamento (Figura 2), onde o maior valor foi observado a 80 ºC. No perfil de viscosidade, observou-se também quebra acentuada da viscosidade (815 BU), evidenciando a fragilidade dos grânulos de amido presentes na farinha de pinhão cru frente à agitação mecânica. Com o resfriamento, observou-se aumento da viscosidade devido à reorganização estrutural das moléculas de amilose e amilopectina, resultando em alta viscosidade de setback (425 BU), que está relacionada à sua alta tendência à retrogradação. Perfil de viscosidade semelhante foi observado por Zortéa-Guidolin *et al.* (2017).

O perfil de viscosidade da farinha de pinhão cozido foi diferente da farinha de pinhão cru e característico de amido pré-gelatinizado. A farinha de pinhão cozido apresentou temperatura de pasta menor (54 ºC), devido ao cozimento prévio, que permite aumento de viscosidade mesmo a baixas temperaturas. O pico de viscosidade foi significativamente menor (285 BU), devido à ocorrência de estruturas com características cristalinas (Figura 1C-D). No processo de retrogradação do amido, a interação entre moléculas de alto peso molecular do amido pode ser irreversível, e mesmo com aumento da temperatura, as ligações de hidrogênio entre estas moléculas não são rompidas (ADEDOKUM e ITIOLA, 2010). Assim, o aumento de viscosidade devido à absorção de água é limitado. A elevação da viscosidade que ocorreu com o resfriamento da pasta sugere que as moléculas de amido apresentam uma forte tendência a se reorganizarem. Ainda, a farinha de pinhão cozido não apresentou viscosidade de quebra, o que indica que essa farinha possui alta estabilidade contra o aquecimento e agitação (CANCIAN *et al.,* 2018).

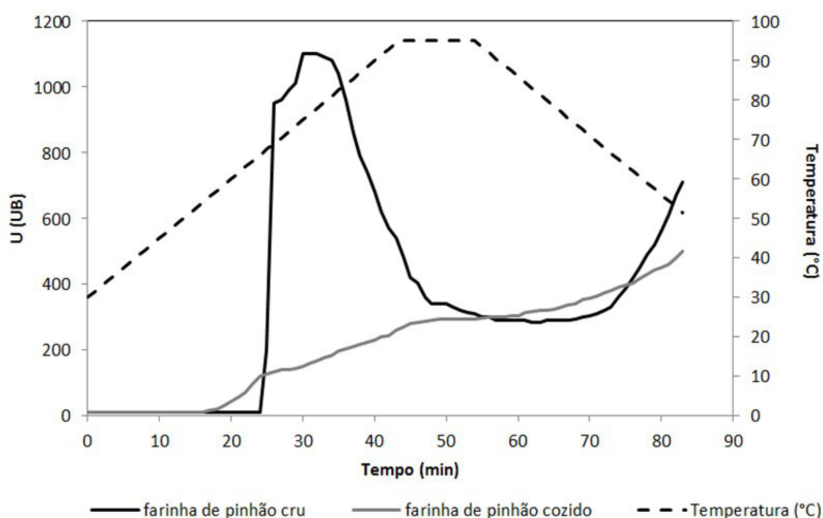


Figura 3 Propriedade de pasta da farinha de pinhão cru e cozido.

4 I CONCLUSÃO

A farinha de pinhão cozido apresentou maior teor de compostos fenólicos e melhor atividade antioxidante, importante para aplicação em produtos cárneos para prevenir a oxidação lipídica. A farinha de pinhão cozido apresentou comportamento de amido pré-gelatinizado, possuindo boa estabilidade frente à agitação mecânica e ao aquecimento, sugerindo sua aplicação em alimentos que serão processados sob agitação e aquecimento, como molhos e sopas.

REFERÊNCIAS

AACC. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. (76-11.01), 1999.

ADEDOKUM, M. O., ITIOLA, O. A. **Material properties and compaction characteristics of natural and prege forms of flours starches**. Carbohydrate Polymers, 79, 818-824, 2010. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.10.009

BELLO-PÉREZ, L. A., GARCIA-SUÁREZ, F. J., MÉNDEZ-MONTEALVO, G., NASCIMENTO, J. R. O. DO, LAJOLO, F. M., CORDENUNSI, B. R. **Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry**. Starch (58), 283-291, 2006. https://doi.org/10.1002/star.200500455

BRANCO, C. S., RODRIGUES, T. S., LIMA, É. D., CALLONI, C., SCOLA, G., SALVADOR, M. **Chemical constituents and biological activities of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze: a review**. Journal of Organic & Inorganic Chemistry, 2, 1-10, 2016.

CANCIAN, M. A. DE Q., ALMEIDA, F. G., TERHAAG, M. M., OLIVEIRA, A. G. DE, ROCHA, T. DE S., SPINOSA, W. A. ***Curcuma longa* L. and *Piper nigrum*-based hydrolysate, with high dextrose content, shows antioxidant and antimicrobial properties**. LWT- Food Science and Technology, 96, 386–394, 2018. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.018

CAPELLA, A. C. DE V, PENTEADO, P. T. P. DA S, BALBI, M. E. **Semente de *Araucaria angustifolia*: Aspectos morfológicos e composição química da farinha**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 27,135-142, 2009. http://dx.doi.org/10.5380/cep.v27i1.15009

CLADERA-OLIVERA, F., MARCZAK, L. D. F., NOREÑA, C. P. Z., PETTERMANN, A. C. **Modeling water adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) flour and thermodynamic analysis of the adsorption process**. Journal of Food Process Engineering, 34, 826-843, 2011. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00437.x

CORDENUNSI, B. R., MENEZES, E. W., GENOVESE, M. I., COLLI, C., SOUZA, A. G., LAJOLO, F. M. **Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004. https://doi.org/10.1021/jf034814l

DAUDT, R. M., KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C., CLADERA-OLIVERA, F., THYS, R. C. S., MARCZAK, L. D. F. **Determination of properties of pinhão starch: Analysis of its applicability as pharmaceutical excipiente**. Industrial Crops and Products, 52, 420– 429, 2014. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.052

KOEHNLEIN, E. A., CARVAJAL, A. E. S., KOEHNLEIN, E. M., COELHO-FERREIRA, J. DA S., INÁCIO, F. D., CASTOLDI, R., BRACHT, A., PERALTA, R. M. **Antioxidant activities and phenolic compounds of raw and cooked Brazilian pinhão (*Araucaria angustifolia*) seeds**. African Journal of Food Science**,** 6, 512-518, 2012. https://doi.org/512-518

KUMAZAWA, S., HAMASAKA, T., NAKAYAMA, T. **Antioxidant activity of propolis of various geographic origins.** Food Chemistry, v.84, p.329-339, 2004. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00216-4

LEITE, D. MC., JONG, E. V. DE, NOREÑA, C. PZ., BRANDELLI, A. (2008). **Nutritional evaluation of Araucaria angustifolia seed flour as a protein complement for growing rats**. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88, 1166-1171, 2008. https://doi.org/10.1002/jsfa.3192

MARIOTTI, M., CACCIALANZA, G., CAPPA, C., LUCISANO, M. **Rheological behavior of rice flour gels during formation: Influence of the amylose content and of the hydrothermal and mechanical history.** Food Hydrocolloids, 84, 257-266, 2018. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.006

PINTO, V. Z., VANIER, N. L., KLEIN, B., ZAVAREZE, E. DA R., ELIAS, M. C., GUTKOSKI, L. C., HELBIG, E., DIAS, A. R. G. **Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch**. Starch, 64, 855-863, 2012. https://doi.org/10.1002/star.201200040

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2018. URL https://www.R-project.org/

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. **Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*)**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28 (3): 620-628, jul.-set. 2008. https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300018

RUFINO, M. DO S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. DE G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Comunicado Técnico on line: Embrapa, 2007a.

RUFINO, M. DO S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. DE G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D**. Metodologia Científica: Determinação da atividade total em frutas pela captura do radical livre ABTS°+.** Comunicado Técnico on line: Embrapa, 2007b.

RUFINO, M. DO S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. DE G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade total em frutas pelo método de redução do ferro FRAP.** Comunicado Técnico on line: Embrapa, 2007c.

SANT'ANA, V., SFOGLIA, N. M., MERCALI, G. D., CORRÊA, A. P. F., BRANDELLI, A. **Effect of cooking on polyphenols and antioxidant activity of *Araucaria angustifolia* seed coat and evaluation of phytochemical and microbiological stability over storage**. Rev. International Journal of Food Science and Technology*,* 51, 1932–1936, 2016. https://doi.org/10.1111/ijfs.13170

SILVA, M. L. C., COSTA, R. S., SANTANA, A. DOS S., KOBLITZ, M. G. B. **Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Semina: Ciências Agrárias, 31 (3), 669-682, 2010. ISSN: 1676-546X

VERONESE, A. F., ROCHA, T. DE S., FRANCO, C. M. L., COSTA, M. S., GROSSMANN, M. V. E. **Starch-carboxymethyl cellulose (CMC) mixtures processed by extrusion**. Starch-Starke, 70, 1-27, 2018. https://doi.org/10.1002/star.201700336

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E., DEMIATE, I. M., GODOY, R. C. B., SCHEER, A. DE P., GREWELL, D., JANE, J-L. **Structural and functional characterization of starches from Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*)**. Food Hydrocolloids, 63, 19-26, 2017. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.022

CAPÍTULO 15

AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL, VOLÁTIL E DE ÁCIDOS GRAXOS DO MUCAJÁ (*ACROCOMIA ACULEATA*)

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 05/05/2022

Tasso Ramos Tavares
Programa de Pós-Graduação em Agricultura do Trópico Úmido ATU, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA
Manaus-AM
http://lattes.cnpq.br/6082895397769816

Francisca das Chagas do Amaral Souza
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Sociedade Coordenadora de Meio Ambiente e Saúde (COSAS) e Laboratório de Físico-Química dos Alimentos (LFQA)
Manaus-AM
http://lattes.cnpq.br/4626479986355662

Jaime Paiva Lopes Aguiar
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Sociedade Coordenadora de Meio Ambiente e Saúde (COSAS) e Laboratório de Físico-Química dos Alimentos (LFQA)
Manaus-AM
http://lattes.cnpq.br/4281093837396621

Edson Pablo da Silva
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Sociedade Coordenadora de Meio Ambiente e Saúde (COSAS) e Laboratório de Físico-Química dos Alimentos (LFQA)
Manaus-AM
http://lattes.cnpq.br/7223548333736671

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil nutricional, volátil e de ácidos graxos de Mucaja (Acrocomia Aculeata) cultivada no município de Parintins-AM como alternativa de aproveitamento e renda. Para tanto, foram realizadas as seguintes análises: composição centesimal, minerais, ácidos graxos e composição volátil utilizando a técnica HS-SPME / CGMS. Os resultados das análises químicas foram em sua maioria semelhantes aos encontrados em outras regiões do Brasil, bem como para outras análises. O fruto da Acrocomia aculeata possui características variáveis que podem estar relacionadas às condições climáticas de cada região, tipo de solo e local de plantio, maturação e método de colheita. Portanto, pode-se inferir que esses resultados são importantes para a região onde é cultivada, visto que muitas pessoas ainda desconhecem seus benefícios e potencialidades.
PALAVRAS - CHAVE: Métodos de conservação, Compostos voláteis; HPLC; HSPME / CGMS.

EVALUATION OF THE NUTRITIONAL, VOLATILE AND FATTY ACID PROFILE OF MUCAJA (*ACROCOMIA ACULEATA*)

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the nutritional, volatile and fatty acid profile of Mucaja *(Acrocomia Aculeata)* grown in the city of Parintins-AM as an alternative source of use and income. For this, the following analyzes were carried out: proximate composition, minerals, fatty acids and volatile composition using the HS-SPME / CGMS technique. The results for chemical analyzes were mostly similar to those found in other regions of Brazil, as well as for other analyzes. The Acrocomia aculeata fruit has variable characteristics that may be related to the climatic conditions of each region, soil type and

planting location, maturation and harvest method. Therefore, it can be inferred that these results are important for the region where it is grown, as many people are still unaware of its benefits and potential.
KEYWORDS: Conservation methods, Volatile compounds; HPLC; HSPME / CGMS.

1 | INTRODUÇÃO

O estado do Amazonas apresenta uma enorme biodiversidade biológica de plantas, onde se encontram inúmeras espécies de palmeiras com potencial oleaginoso que são aproveitadas pelas comunidades tradicionais desta mesma localidade. Entretanto, as poucas informações sobre a composição nutricional destas espécies geram desperdícios e desvalorização do próprio patrimônio.

Dentre as diversas espécies frutíferas encontradas neste bioma, a família das Arecaceae, em especial os frutos da Palmeira Mucajá *(Acrocomia Aculeata).* Segundo Santos *et al.* (2015) as palmeiras nativas dessa espécie compõem a dieta de seres humanos e animais, podendo ser extraídos de sua casca, polpa, além das sementes, produtos ricos em óleos e gorduras que despertam bastante interesse de empresas farmacêuticas, alimentícios e cosméticos. Um aspecto importante é que a floração da Mucajá ocorre ao longo de todo e todas as partes do fruto são aproveitáveis, devido ao alto teor proteico presente (Lorenzi e Negrelle, 2006). Desta forma, a porção comestível, composta pela polpa e amêndoa, pode ser aproveitada de forma integral, sem haver descartes podendo ser obtido à farinha para formulações de alimentos ou até mesmo como fonte oleaginosa de óleos insaturados e saturados, respectivamente.

Para Hiane *et al.* (2005) o óleo de polpa de mucajá é rico em carotenóides e ácido graxo monoinsaturado oleico, ao qual são de grande importância para os seres humanos por trazerem benefícios à saúde. Nesse contexto, propriedades anti-inflamatórias e diminuição da incidência de doenças cardiovasculares está relacionada diretamente com dietas ricas em ácido oleico e devido a este benefício se torna importante novos estudos voltados a esta área (Lin e Huey, 2009). Para Aoqui (2012) a indústria alimentícia vem buscando inovar e reformular a composição de muitos produtos visando os benéficos para a saúde com produtos que contenham maior conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados e proteínas de alta densidade que ajudam na redução do colesterol “ruim”. Segundo Huang e Sumpio (2008) além dos benefícios que podem trazer à saúde, óleos com elevados teores de ácido oleico também podem ser utilizados em escala industrial por apresentar boa estabilidade de oxidação frente a processos térmicos e de armazenamento.

Portanto, o conhecimento mais profundo do valor nutricional presente no óleo de mucajá é fundamental para a promoção do consumo e incorporação em processos industriais, visto que a agricultura familiar no Estado do Amazonas e no município de Parintins possuem suas economias calcadas principalmente no setor primário agropastoril.

a (Souza *et al.*, 2013). Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o perfil nutricional, volátil e de ácido graxo do Mucajá cultivado na cidade de Parintins- AM como fonte alternativa de aproveitamento e renda.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria-prima

Os frutos da Mucajá foram adquiridos de um plantio extrativista em estágio de maturação na comunidade do Macurany no município de Parintins-AM, Brasil (04º 15' 12'' S/ 69º 56' 19'' W) pela manhã, acondicionados em sacos de ráfia e transportados ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) localizado na Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Manaus, Amazonas, Brasil. Após a chegada ao laboratório seguiu-se processo de seleção para padronização da matéria-prima e higienizados com hipoclorito 200ppm. Em seguida separaram-se as amostras de cada parte do fruto para determinação dos parâmetros "in natura" avaliando o perfil nutricional, teor de ácidos graxos e composição volátil.

2.2 Análises químicas e nutricionais

2.2.1 Composição centesimal

As determinações de umidade, extrato etéreo, proteínas, cinza, carboidrato e pH, foram determinadas segundo metodologia descrita pela AOAC (2010), em triplicata.

2.2.2 Composição mineral

As determinações dos teores de minerais foram determinadas em triplicatas pelo método de espectrometria de absorção atômica, preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), e de acordo com o manual da Varian (2000). A digestão das amostras foi realizada em via micro-ondas no digestor MARS – Xpress marca CEM Corporation, MD - 2591 na mineralização da matéria orgânica com a utilização de ácido nítrico concentrado, seguido do resfriamento e diluição com água deionizada e leitura. A leitura foi realizada diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000), com lâmpadas específicas conforme o manual do fabricante. Os elementos minerais quantificados foram: Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu. Para o controle das análises serão utilizadas as recomendações segundo Cornelis (1992), tendo como material de referência certificado *Peach leaves* (NIST-SRM 1547).

2.2.3 Ácidos graxos

As amostras foram, trituradas e homogeneizadas em liquidificador antes de serem analisadas para a quantificação dos ácidos graxos. Os lipídios totais foram extraídos e

determinados de acordo com Bligh e Dyer (1995). A metodologia utilizada para extração de ácidos graxos, envolvendo hidrólise ácida, e para esterificação de ácidos graxos foi utilizada conforme publicada anteriormente por Hartman e Lago (1973) e modificada por Maia e Rodrigues-Amaya (1993) (catálise mista, básica e ácida). Os ácidos graxos do óleo foram transformados em ésteres metílicos de ácidos graxos, os quais foram analisados com um modelo de cromatografia gasosa (GC) Shimadzu para Mass Spectrometer Gas Chromatograph / GC-2010 PLUS (Kyoto, Japão) equipado com detector de ionização de chama. Os compostos foram separados em uma coluna de sílica fundida capilar RTxR-5 30 m, 0,25 mm de diâmetro interno e com uma espessura de filme de 0,25 μm. As condições operacionais foram as seguintes: temperatura programada da coluna, 80-220 ° C (5 ° C / min); temperatura do injetor, 230 ° C; temperatura do detector, 240 ° C; gás transportador, hidrogênio; velocidade linear do gás, 40 cm / s; proporção da divisão da amostra, 1:50. Os ácidos graxos foram identificados comparando-se os tempos de retenção dos padrões de éster metílico puro dos ácidos graxos e das amostras. A quantificação foi realizada por normalização de área.

2.2.4 Compostos voláteis

Os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de HSPME. Amostras da casca, polpa e óleo da amêndoa (amostra, 1 g) foram transferidas para um frasco de vidro de 10 mL (adequado para retenção de voláteis), que foi continuamente agitado a 50 ° C por 15 min. A fibra DVB / CAR / PDMS 50/30 µm (divinilbenzeno / carboxen / polidimetilsiloxano) foi usada para separar os compostos voláteis presentes na amostra. A fibra foi embalada a uma temperatura de 270 ° C durante 1 h antes do uso. O tempo de condicionamento para as análises foi de 25 min. A fibra foi exposta ao espaço superior do frasco de vidro contendo a amostra. Após expor a fibra a 50 ° C por 15 min, a seringa foi imediatamente levada ao injetor CG-MS, em que os compostos voláteis foram dessorvidos a 250 ° C por 2 min, resultando em uma injeção sem divisão. Um espectrômetro CGMS-2010 Plus (Shimadzu) Tokyo, Japan com um detector seletivo de Massa modelo QP2010 Plus foi usado para detectar os compostos voláteis. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida (30 m × 0,25 mm e 0,25 µm de espessura) com 5% de polímero difenil- / 95% polidimetilsiloxano (DB5), atuando como fase estacionária. Para melhor separação, foi estabelecido gradiente de temperatura na coluna iniciando a partir de 60 ° C, com aumento de 3 ° C por min, até atingir a temperatura máxima de 270 ° C. O gás de arraste foi o hélio, e a taxa de fluxo foi ajustada para 1,8 mL / min para injeção sem divisão com pressão inicial de 100 kPa na coluna. As condições ajustadas no espectrômetro de massas (MS) foram: detector seletivo de massa operando por impacto eletrônico e energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura de 1000 m / z / s; intervalo de varredura de 0,5 fragmentos / se filtro para massa dos fragmentos detectados sendo 29 Da e 600 Da. Cada componente foi identificado

pela comparação de seus espectros de massa com informações já existentes nos bancos de dados do espectrômetro (Willey229.lib e FFSC1.3.Lib) e o livro de identificação do componente de Adams (2007). Para comparação e cálculo dos índices, foram utilizados padrões dos alcanos saturados (C7-C30) (Sigma-Aldrich).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química e nutricional

Os resultados referentes à caracterização química e nutricional do fruto do Mucajá são apresentados na tabela abaixo (Table 1). O teor de umidade da polpa (68,98%) foi maior quando comparado com os teores da casca e amêndoa que foram 40,58% e 15,23% respectivamente divergente dos encontrados na polpa por Ramos *et al.* (2008) 52,99%. (Duarte, 2008) estudando palmeiras da mesma família no estado de Roraima encontraram valores diferentes na umidade casca 7,30%, polpa 6,73% e amêndoa 3,85%.

O conteúdo de Cinzas foi de 2,48% na casca, 2,6% na polpa e na amêndoa foi de 2% assim como pH, foram similares aos encontrados por Sanjinez-Argandona e Chuba (2011) estudarem também o fruto palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* coletados na cidades de Presidente Epitácio-SP, e de Dourados-MS. Ramiro *et al.* (2017) estudando o fruto da macaúba colhidos em diferentes cidades de Minas Gerais acharam valores de proteína na casca de 2,33% na polpa e 1,69 na amêndoa distintos aos encontrados nesse estudo.

Foram encontrados maiores valores de lipídeos na amêndoa com 46,23%. Na fração polpa foi de 31,55%, enquanto no epicarpo foi de 26,66% parecidos aos encontrados por Lira *et al.* (2013) ao estudar o fruto da macaúba em Paranavaí-PR. Enquanto que para os teores de carboidratos os resultados encontrados foram diferentes do mesmo.

Os minerais são importantes para a realizações de diversas funções celulares, sendo responsável por várias reações orgânicas (transporte de oxigênio, facilitação da conversão da glicose em glicogênio pelo fígado, auxílio na concentração muscular, regulação osmótica). Entre os dados analisados o que apresentou maior concentração foi o potássio e cálcio diferente dos encontrados na polpa em Campo Grande, MS, por (Ramos *et al.*, 2008) cálcio (61,96 mg.100 g), potássio (766,37 mg.100 g), sódio (3,74 mg.100 g), ferro (7,81 mg.100 g), manganês (1,38 mg.100 g), zinco (6,02 mg.100 g) e cobre (2,43 mg.100 g).

Compostos	Casca	Polpa	Amêndoa
Umidade (%)	40,58	68,98	15,23
Cinzas (%)	2,48	2,60	2,00
Ph (%)	5,65	6,03	6,74
Proteína (%)	6,81	5,77	27,14
Lipídeo (%)	26,66	31,55	46,23
Carboidrato (%)	23,47	8,9	9,4
Cu (mg/100g)	0,105	0,17	0,035
Zn (mg/100g)	0,55	0,30	-
Mn (mg/100g)	0,04	0,12	-
Fe (mg/100g)	0,65	1,1	-
Na (mg/100g)	5,88	1,28	2,62
Ca (mg/100g)	20,72	83,72	7,38
K (mg/100g)	879,11	714,98	589,32
Mg (mg/100g)	255,905	129,835	214,18

Tabela 1: Médias da composição química e nutricional do fruto do Mucajá

Na amêndoa Hiane *et al.* (2006) encontrou cálcio (94, 3 mg.100 g), magnésio (207,0 mg.100 g), potássio (377,2 mg.100 g), sódio (21,41 mg.100 g), magnésio (24,33 mg.100 g), ferro (32,91 mg.100 g), manganês (24,33 mg.100 g), zinco (30,93 mg.100 g) e cobre (11,13 mg.100 g) diferente dos encontrados nesta pesquisa.

3.2 Compostos voláteis.

Os resultados referentes à aos compostos voláteis encontrados no fruto da Mucajá são apresentados no Cromatrograma abaixo (Figura 1, 2 3), onde identificou-se um total de 67 compostos voláteis no fruto sendo estes pertencentes aos grupos dos ésteres, aldeídos, cetonas e álcoois. Sete compostos voláteis foram encontrados em todas as amostras enquanto outros foram específicos para cada parte do fruto. Os compostos voláteis presentes em todas as amostras foram: Hexane (CAS) n-Hexane, Chloroform, 1-Butanol (CAS) n-Butanol, Silane, fluorotrimethyl- (CAS) Trimethylfluoro, Cyclotrisiloxane, hexamethyl- (CAS), Styrene, Cyclopentasiloxane, decamethyl- (CAS).

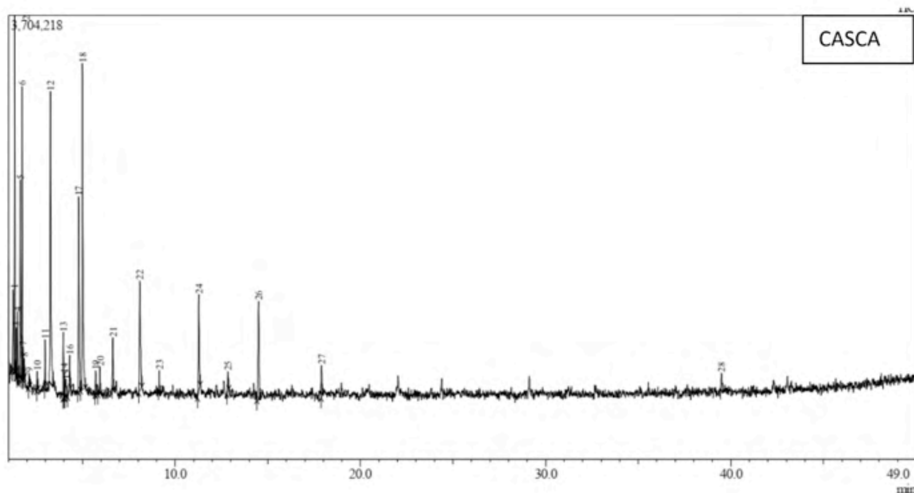


Figura 1. Cromatograma dos compostos voláteis da casca do Mucajá

Embora ter sido encontrado uma gama de compostos voláteis aqueles que foram classificados como majoritários foram*:* Benzaldehyde 14.42 %, Cyclotrisiloxane 12.73 %, Styrene 9.26%, Hexane 7.86%, Silane 7.75%, Cyclotetrasiloxane 7.22%, 1-Butanol 6.35% na casca; Ethyl hexanoate 40.47%, 1(3H) -Isobenzofuranone 8.18%, 1-Hepten-4-ol 7.68%, Silane 5.56% na polpa; Hexane (CAS) n-Hexane 39.95%, Silane 11.20%, Benzenemethanol 5.87% Styrene 5.43% na amêndoa.

Perfil de ésteres e Álcoois similar para a composição volátil foram detectados por Silva (2013) ao avaliar o fruto do tucumã *(Astrocaryum aculeatum)*, onde identificou-se como constituinte mais abundante na casca o octadecanoato de isopropila além do 2-octadecanona. Andrade *et al.* (1998) estudando o mesmo fruto da palmeira encontrou como constituinte majoritário identificado o éster hexanoato de etila (47,5%).

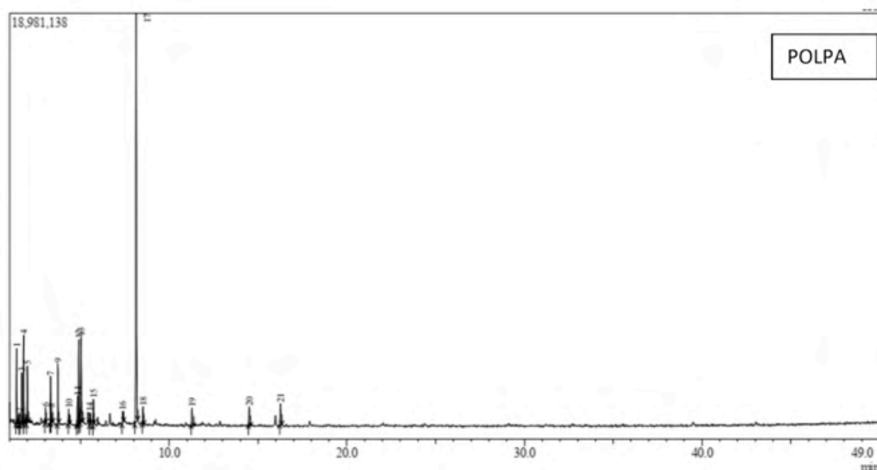


Figura 2. Cromatograma dos compostos voláteis da Polpa do Mucajá

Na visualização do cromatograma da polpa é possível observar que no pico 17 a intensidade (40,47%) foi maior demonstrando assim um potencial para atuar no mercado como material vegetal alternativo, pois ele e o butirato de etila compõem em torno de 95% do total de ésteres que são responsáveis pela formação do aroma do suco do maracujá conforme os estudos de Narain *et al.* (2004), onde identificaram na polpa do maracujá (Passiflora edulis forma Flavicarpa) compostos voláteis e cerca de 59,24% da composição é formada por ésteres.

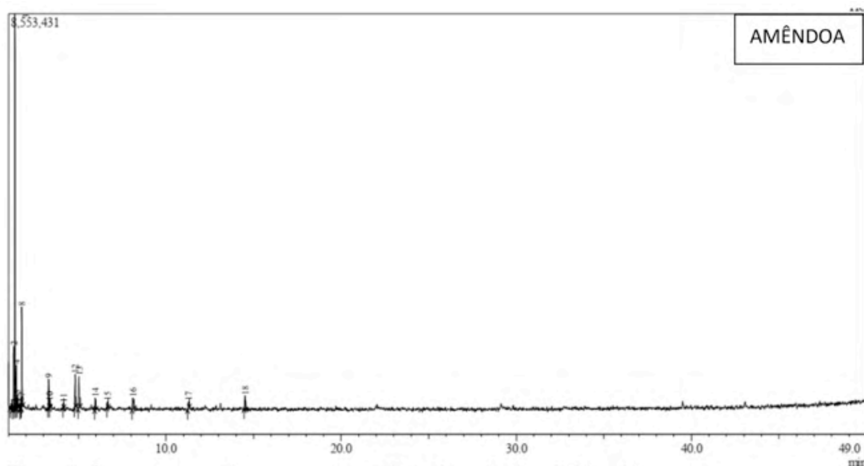


Figura 3. Cromatograma dos compostos voláteis da amêndoa do Mucajá

Segundo Aragão *et al.* (2009) o aroma característico de cada produto é resultado da combinação de várias substâncias voláteis representantes de diversas classes químicas

semelhantes a encontradas neste estudo, como ésteres, cetonas, álcoois, aldeídos, com diferentes propriedades físico-químicas.

Na amêndoa da Mucajá o composto que predominou foi o N-hexano (39,95%) que é um líquido transparente com odor semelhante ao do petróleo, seguido dos 17 compostos que foram encontrados; Doxepin 0.55%, Hexane (CAS) n-Hexane 13.49%, Chloroform 4.93%, Furan 1.30%, Butane 0.61%, Propane 1.22%, Silane 11.2%, Cyclotrisiloxane 4.86%, 1-N BUTYLGERMACYCLOPENTANE 0.53%, Benzene 0.50, Styrene 5.43, Benzenemethanol 5.87, alpha.-pipene 1.68, 4-AMINO-6-ETHYL-3-METHYLISOTHIAZOLO (5,4-D)PYRIMIDINE 0.50%, Cyclotetrasiloxane 3.07%, Cyclotrisiloxane 1.33%, Cyclopentasiloxane 2.98%.

Corroborando com Souza (2013) o Mucajá tem potential para use me divers as areas, entretanto, necessita passar por processo de domesticação, desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes e melhoramento para posterior introdução de genótipos promissores e assim chegar a um sistema mais uniforme de plantio, manejo e produtividade.

3.3 Teor dos ácidos graxos

Entre as principais funções dos ácidos graxos estão o depósito de energia e a conformação das membranas celulares, transportadores de elétrons, sendo também precursores de substâncias, como as prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (Nelson e Cox, 2018).

Na tabela 1 estão contidas as substâncias encontradas no fruto da macaúba. Tanto na casca como na polpa e amêndoa foram encontradas substâncias parecidas como no caso do ácido láurico, ácido palmítico e ácido oleico respectivamente.

O percentual encontrado na casca foi: ácido oleico 65.87%, ácido palmítico 22,57%, outros 12,55%; ácido oleico 81.58%, ácido palmítico 12.52%, outros 5,89% na polpa. Na amêndoa: ácido láurico 55.43%, ácido mirístico 18.45%, ácido oleico 14.38%, outros 11,74%.

Estes resultados são semelhantes ao encontrados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste por Coimbra e Jorge (2011) onde foi encontrado em torno de 70% de ácido oleico na polpa do fruto como principal componente e na semente foi encontrado ácido láurico.

Na indústria de alimentos, conforme as pesquisas sugerem que os ácidos graxos trans aumentam o risco de doenças ao invés de ácidos graxos saturados que reduzem os níveis de colesterol HDL no sangue pelo fato de serem rapidamente metabolizados. Para Mensink *et al.* (2003) gorduras de origem vegetal ou tropical como o ácido láurico proporcionam um resultado mais favorável a saúde humana.

Fruto Mucajá (mg/100g of fatty acid)			
Casca			
Peak	R.Time	Área %	Nome
1	4,102	7,05	Ácido Láurico
2	6,675	2,35	Ácido Mirístico
3	9,541	2,15	Ácido Linoleico Ômega 6
4	9,878	22,57	Ácido Palmítico
5	12,85	65,87	Ácido Oleico
Polpa			
Peak	R.Time	Área %	Nome
1	4,101	0,94	Ácido Láurico
2	9,877	12,52	Ácido Palmítico
3	12,754	2,13	Ácido linoleico-Ômega 6
4	12,849	81,58	Ácido Oleico
5	13,275	2,82	Ácido Esteárico
Amêndoa			
Peak	R.Time	Área %	Nome
1	4,106	55,43	Ácido Láurico
2	6,688	18,45	Ácido Miristico
3	9,894	7,52	Ácido Palmítico
4	12,86	14,38	Ácido Oleico
5	13,283	2,78	Ácido Margarico
6	20,289	1,44	Ácido Arsenioso

Tabela 1: Teor de ácidos graxos no fruto da Macaúba

Com a ingestão de alimentos naturais ou similares segundo (Viriato e Viriato, 2021) haveria a diminuição de pacientes consumindo os sistemas de saúde, sem necessidade de internação hospitalar, ou uso de medicamentos que significaria uma diminuição da demanda de atendimento e gastos com a Saúde Pública

4 I CONCLUSÕES

O fruto de *Acrocomia aculeata* apresenta caraterísticas nutricionais variável que podem estar relacionadas as condições climáticas de cada região, tipo de solo e local de plantio, maturação e método de colheita. De acordo com os resultados encontrados, as frações podem ser empregadas em diversas áreas, como substituto ou matéria-prima para fabricação de ração para ruminante e não ruminantes para a região. Podendo ainda ser aplicado como lubrificantes de máquinas e biocombustível, como material vegetal para a extração de compostos voláteis e ácidos graxos a serem empregados na alimentação humana por serem ainda poucos explorados ou em fábrica de cosméticos. Diante disso, pode-se inferir que esses resultados são importantes para a região onde o mesmo é

cultivado, pois muitas pessoas ainda desconhecem seus benefícios e potencialidades.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. H. D. A. et al. Volatile constituents of fruits of Astrocarium vulgare Mart. and Bactris gasipaes HBK (Arecaceae). **Flavour and fragrance journal,** v. 13, n. 3, p. 151-153, 1998. ISSN 0882-5734.

AOQUI, M. **Caracterização do Óleo da Polpa de Macaúba (Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e Azeite de Oliva (Olea europaea L.) Virgem Extra e Seus Efeitos Sobre Dislipidemia e Outros Parâmetros Sanguíneos, Tecido Hepático e Mutagênese Em Ratos Wistar**. 2012. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)-Universidade Católica Dom Bosco, 122 …

ARAGÃO, V. C. et al. Síntese enzimática de butirato de isoamila empregando lipases microbianas comerciais. **Química Nova,** v. 32, n. 9, p. 2268-2272, 2009. ISSN 0100-4042.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Characterization of the pulp and kernel oils from Syagrus oleracea, Syagrus romanzoffiana, and Acrocomia aculeata. **Journal of food science,** v. 76, n. 8, p. C1156-C1161, 2011. ISSN 0022-1147.

DUARTE, O. R. Avaliação quantitativa e análise dos parâmetros biológicos, químicos e físico-químicos de frutos de Maximiliana maripa (Aubl.) Drude (Inajá) como subsídio ao estudo do potencial oleífero de populações promissoras para o estado de Roraima. 2008.

HIANE, P. et al. Bocaiúva, Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. **Brazilian Journal of Food Technology,** v. 8, n. 3, p. 256-259, 2005.

HIANE, P. A. et al. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiúva, Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. **Food Science and Technology,** v. 26, n. 3, p. 683-689, 2006. ISSN 0101-2061.

HUANG, C. L.; SUMPIO, B. E. Olive oil, the mediterranean diet, and cardiovascular health. **Journal of the American College of Surgeons,** v. 207, n. 3, p. 407-416, 2008. ISSN 1072-7515.

LIN, S. W.; HUEY, S. M. High oleic enhancement of palm olein via enzymatic interesterification. **Journal of oleo science,** v. 58, n. 11, p. 549-555, 2009. ISSN 1345-8957.

LIRA, F. F. et al. Avaliação da composição centesimal de frutos de macaúba. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports,** v. 2, n. 3esp, p. 17-20, 2013. ISSN 2316-5200.

LORENZI, G.; NEGRELLE, R. Acrocomia aculeata (jacq.) lodd. ex mart.: Aspectos ecológicos. **Visão Acadêmica,** v. 7, n. 1, 2006. ISSN 1518-8361.

MENSINK, R. P. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **The American journal of clinical nutrition,** v. 77, n. 5, p. 1146-1155, 2003. ISSN 0002-9165.

NARAIN, N. et al. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (Passiflora edulis forma Flavicarpa) e de cajá (Spondias mombin L.) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. **Food Science and Technology,** v. 24, n. 2, p. 212-216, 2004. ISSN 0101-2061.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger-7**. Artmed Editora, 2018. ISBN 858271534X.

Raíssa Ramiro; Amanda Souza Silva; Tatiana Benfica; Sonia Figueiredo et al. AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO FRUTO DE MACAÚBA (Acrocomia aculeata) EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO. In: ANAIS DO SIMPóSIO LATINO AMERICANO DE CIêNCIA DOS ALIMENTOS, 2017, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2017/papers/avaliacao-dos-principais-componentes-do-fruto-de-macauba--acrocomia-aculeata--em-tres-estadios-de-maturacao?lang=pt-br> Acesso em: 04 Maio. 2021.

RAMOS, M. I. L. et al. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. **Food Science and Technology,** v. 28, p. 90-94, 2008. ISSN 0101-2061.

SANJINEZ-ARGANDONA, E. J.; CHUBA, C. Biometrical, physical and chemical characterization of Bocaiuva (Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart) palm fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011. ISSN 0100-2945.

SANTOS, M. D. F. G. D. et al. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants,** v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

SILVA, P. S. D. P. Estudo Químico em Aromas de Frutos Amazônicos Encontrados nas Feiras de Manaus (am). II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-PAIC/FAPEAM, 2013.

SOUZA, C. D. Maturação, sistemas de colheita e quantificação lipídica de frutos de macaúba (Acrocomia aculeata). **Embrapa Agroenergia-Tese/dissertação (ALICE)**, 2013.

SOUZA, P. A. R. D. et al. A agricultura familiar e a geração de renda na Amazônia: uma abordagem empreendedora no município de Parintins AM. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada,** v. 7, n. 3, p. 01-17, 2013. ISSN 1980-7031.

VIRIATO, M.; VIRIATO, A. Importância do Ácido Graxo Ômega-3 na Doença de Parkinson: revisão integrativa da literatura. **Brazilian Journal of Development,** v. 7, n. 3, p. 32992-33001, 2021. ISSN 2525-8761.

CAPÍTULO 16

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE GELADO COMESTÍVEL DE UVAIA

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Márcia Liliane Rippel Silveira
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/0040297099802587

Aline Finatto Alves
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/4790438922968223

Andréia Cirolini
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/0040297099802587

Vanessa Pires da Rosa
Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS
http://lattes.cnpq.br/1374178798951497

RESUMO: Considerando a importância mercadológica do gelado comestível e a possibilidade da incorporação de frutíferas, como a uvaia, em sua composição agregando valor ao produto, este trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas das formulações de diferentes processos de produção do gelado comestível de uvaia. Foram elaboradas uma formulação controle e duas formulações (I e II) com 20% de doce cremoso de uvaia, alternando-se apenas a etapa em que o doce foi adicionado. Na formulação F20-I, a adição foi realizada na mistura antes de ir para a produtora do gelado e na formulação F20-II a adição foi realizada na etapa final do processo, na forma de camadas. Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis, cor, *overrun* e teste de resistência ao derretimento. A partir dos resultados verificou-se que as características físico-químicas foram desejáveis, tornando assim, estes produtos viáveis para produção.
PALAVRAS - CHAVE: Sorvete, uvaia, físico-química.

CHARACTERIZATION PHYSICOCHEMICAL OF DIFFERENT PRODUCTION PROCESS OF EDIBLE ICE CREAM UVAIA

ABSTRACT: Considering the market importance of edible ice cream and the possibility of incorporating fruit such as uvaia in its composition adding value to the product, this work aimed to evaluate the physical-chemical characteristics of the formulations of different production processes of edible grape ice cream. A control formulation and two formulations (I and II) were prepared with 20% of creamy uvaia sweet, alternating only the step in which the sweet was added. In formulation F20-I, the addition was carried out in the mixture before going to the ice cream maker and in formulation F20-II the addition was carried out in the final step of the process, in the form of layers. Analyzes of pH, soluble solids, color, overrun and melting resistance test were performed. From the results it was found that the physical-chemical characteristics were desirable, thus making these products viable for production.
KEYWORDS: Ice cream, Uvaia, physicochemical.

1 | INTRODUÇÃO

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é uma fruta de sabor adocicado e ácido, nativa da MataAtlântica podendo ser encontrada desde São Paulo até o Rio Grande do Sul. Os frutos, do tipo baga apresentam uma polpa muito delicada e são muito atraentes pela coloração amarela ou alaranjada, com a casca bem fina assemelham-se, em textura, à pele de pêssego. O aroma desta fruta, quando madura, é intenso e extremamente agradável e o sabor é muito característico e marcante, e remete-lhe à origem do nome (RASEIRA et al., 2004; KROLOW, 2009).

Os alimentos popularmente conhecidos como picolés e sorvetes de massa estão classificados, pela legislação sanitária brasileira, como produtos gelados comestíveis. Segundo a ANVISA, sorvete ou gelado comestível é “um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo” (BRASIL, 2005).

O gelado comestível é um produto que agrada aos mais variados paladares e faixas etárias e qualquer classe social. É um produto de boa aceitação sensorial, reconhecido mundialmente e com grande perspectiva de crescimento comercial, por sua versatilidade e pelas inúmeras opções de cores, sabores e combinações (SOUZA et al., 2010). O mercado brasileiro oferece atualmente diversos ingredientes e produtos os quais podem ser usados para enriquecer e diversificar ainda mais o produto (MALANDRIN et al., 2001). Entre as inovações encontradas em gelados comestíveis pode se destacar a adição da polpa de frutas.

Diante do exposto, considerando a importância mercadológica do gelado comestível e a possibilidade da incorporação de frutíferas em sua composição e agregar valor ao produto, este trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas das formulações de diferentes processos de produção do gelado comestível de uvaia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e processamento de doce cremoso de uvaia

Os frutos de uvaia foram obtidos de um produtor no município de Santa Maria, RS. Para o preparo da polpa, primeiramente os frutos foram descongelados, selecionados e imersos em solução de hipoclorito de sódio (20 ppm) durante 15 minutos, e então lavados em água corrente. Na sequência, os frutos foram despolpados e suas sementes removidas da polpa manualmente. A polpa obtida foi pesada para determinação do rendimento (%).

O doce cremoso de uvaia foi elaborado conforme Krolow (2009), com algumas

modificações. A polpa ea casca da uvaia foram trituradas em liquidificador doméstico até a completa homogeneização, depois de processada, a polpa obtida foi pesada e adicionada de sacarose (açúcar cristal comercial) na proporção de 1:0,5 (m/m) polpa:sacarose, e submetida à cocção (80 °C), em tacho aberto com agitação manual contínua, até formar uma massa homogênea. Finalizado o processo, o doce cremoso foi armazenado em recipientes e mantido sob refrigeração até o momento da sua caracterização e utilização.

2.2 Processamento do gelado comestível

Foram elaboradas uma formulação controle (FC) e duas formulações (I e II) de gelado comestível com adição de 20% de doce cremoso de uvaia. Na formulação I (F20-I) a adição foi realizada na mistura base, antes de ir paraa produtora do gelado e na formulação II (F20-II) a adição foi realizada na etapa final do processo, na forma decamadas, logo após o gelado sair da produtora de sorvete. Na Tabela 1 podem ser conferidas as formulações elaboradas para o gelado comestível.

Ingredientes	**Formulações***		
	FC	**F20-I**	**F20-II**
Leite integral (L^{-1})	1	1	1
Selecta cream livre trans (g L^{-1})	130	130	130
Base topping (g L^{-1})	30	30	30
Selecta real sabor (g L^{-1})	10	10	10
Super liga neutra (g L^{-1})	10	10	10
Emustab (g L^{-1})	10	10	10
Açúcar cristal (g L^{-1})	190	95	190
Doce uvaia (g L^{-1})	-	200	200

*FC: formulação controle; F20-I: formulação com adição de 20% de doce na etapa inicial; F20-II: formulação com adição de 20% de doce na etapa final.

Tabela 1 – Ingredientes utilizados no gelado comestível das diferentes formulações

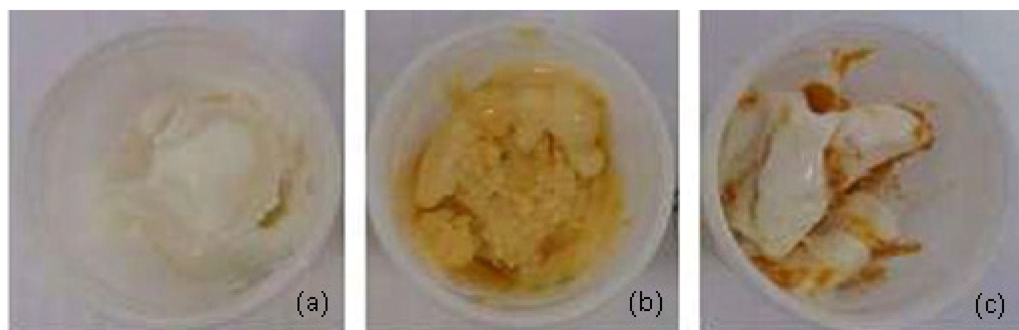
Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

As formulações do gelado comestível foram processadas, individualmente, no Setor de Leites doColégio Politécnico da UFSM, no município de Santa Maria, RS.

O gelado comestível da formulação F20-I foi elaborado a partir da homogeneização dos ingredientes, leite integral, Selecta cream livre trans (agente de textura/enriquecedores, Selecta), base topping (base para cobertura tipo chantilly, Duas Rodas Industrial), selecta

real sabor (realçador de sabor, Selecta), superliga neutra (estabilizante em pó, Selecta), doce de uvaia e açúcar cristal, realizada em liquidificador industrial, durante 3 minutos. Na sequência, o emustab (emulsificante em pasta, Selecta) foi adicionado e homogeneizado por mais 3 minutos. Após a mistura e homogeneização de todos os ingredientes, a mistura base do gelado comestível foi transferida do liquidificador para a produtora de sorvete (Central Máquinas para Sorvetes, PHC 80/100), onde permaneceu por 7 minutos para incorporação do ar à mistura, pelo processo de batimento. Depois de elaborado, o gelado comestível foi envasado, identificado e armazenado congelado (-18 °C) em freezer convencional, até o momento da sua utilização.

Para a formulação F20-II, a sequência de fabricação descrita foi repetida, alternando-se apenas a etapa em que o doce cremoso de uvaia foi adicionado. Nessa formulação, foi realizada na etapa final do processo, logo após o gelado comestível sair da produtora de sorvete, mas primeiro o fundo do recipiente foi coberto com o doce de uvaia, em seguida adicionou-se o gelado comestível e novamente o doce, seguida de uma última camada do gelado comestível. Na Figura 1 estão os produtos elaborados.



Formulação controle (a); Formulação com 20% de doce na etapa inicial (b); Formulação com 20% de doce na etapa final (c).

Figura 1: Aspecto visual do gelado comestível das formulações controle e com 20% de doce cremoso de uvaia

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

2.3 Análises físico-químicas

As amostras de polpa de uvaia, doce cremoso e as diferentes formulações do gelado comestível foram analisadas de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), quanto aos sólidos solúveis, expressos em °Brix e determinados por refratometria e pH, mediante leitura direta sobre as amostras com auxílio de potenciômetro digital (Digimed®, DM-22).

A avaliação objetiva da cor das amostras foi determinada por meio de colorímetro (Konica Minolta Sensing, Inc., Japão, modelo CM-600d), a partir do espectro de reflectância

no sistema CIELab obteve-se as coordenadas de luminosidade (*L**) e cromaticidade (*a** e *b**). Nas amostras do gelado comestível também foram realizadas análises para avaliar a resistência ao derretimento, de acordo com o procedimento descrito por Ramos (2016) e teste o*verrun*, conforme descrito por Whelan et al., (2008).

Os resultados das determinações realizadas em triplicata e expressos na forma de média±desvio padrão foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e a comparação de médias deu-se por meio do teste de Tukey em nível de 5% de significância, utilizando-se o programa *Statistica*, versão 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se um rendimento em polpa de 71%, o que viabiliza sua utilização como fruta fresca ou para aproveitamento industrial.

Como pode ser observado na Tabela 2, as amostras da polpa e do doce cremoso de uvaia apresentaram diferenças significativas (p≤0,05) em relação aos valores de pH, sólidos solúveis e dos parâmetros instrumentais de cor. Essa diferença pode ser explicada pelo processamento da polpa, que foi adicionada de sacarose e submetida a tratamento térmico.

Parâmetros		**Uvaia**	
		Polpa	**Doce cremoso**
pH		3,65a±0,02	3,61b±0,01
Sólidos solúveis (°Brix)		6,00b±0,10	48,50a±1,41
Parâmetros de cor	L*	55,46a±0,89	44,97b±0,98
	a*	23,19a±0,74	18,62b±0,68
	b*	49,09a±1,63	44,17b±1,10

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Resultados da caracterização realizada na polpa de uvaia e no doce cremoso de uvaia

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

No trabalho de Scalon, Dell'Olio e Fornasieri (2004), os autores também verificaram baixos valores de pH (2,87) e sólidos solúveis (6,2 °Brix) em polpa de uvaia, quando comparados ao presente estudo.

No doce, quando comparado com a polpa, foi possível observar um aumento dos sólidos solúveis para 48,50 ºBrix e diminuição significativa (p≤0,05) dos parâmetros de

cor. Zillo et al., (2014) também encontraramdiferenças significativas para a luminosidade, entre o fruto *in natura*, e as polpas congelada e concentrada.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises de pH, sólidos solúveis, cor e *overrum* das formulações do gelado comestível.

Parâmetros		Formulações1		
		FC	F20-I	F20-II
pH		6,53a±0,01	6,02b±0,04	5,45c±0,02
Sólidos solúveis (°Brix)		33,00b±0,01	33,50b±0,50	36,00a±0,01
Cor	L*	85,66a±1,27	79,84ab±0,89	77,24b±4,65
	a*	-1,50b±0,12	6,71a±0,36	4,55ab±4,55
	b*	8,62b±1,12	29,73a±0,95	20,32ab±11,21
Overrun (%)		23,46a±0,01	16,45b±0,01	-

Resultados expressos como média±desvio padrão. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, são significativamente diferentes (p≤0,05) pelo teste de Tukey. FC: formulação controle; F20-I: formulação com adição de 20% de doce na etapa inicial; F20-II: formulação com adição de 20% de doce na etapa final.

Tabela 3 - Caracterização do gelado comestível das diferentes formulações

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

O pH das amostras do gelado comestível apresentou diferenças significativas (p≤0,05) entre as formulações (Tabela 3). A formulação F20-II apresentou o menor valor de pH, essa diminuição pode ser explicada pela presença de pedaços do doce de uvaia adicionada, no momento da análise. Valores reduzidos de pH também foram encontrados por Morzelle et al., (2012) nos sorvetes elaborados com frutas exóticas da região do cerrado brasileiro. Os valores de pH observados nas formulações do presente trabalho são superiores aos resultados verificados por Santana et al., (2003) que foram de 5,53 a 5,87 para sorvetes elaborados com diferentes genótipos de mamões.

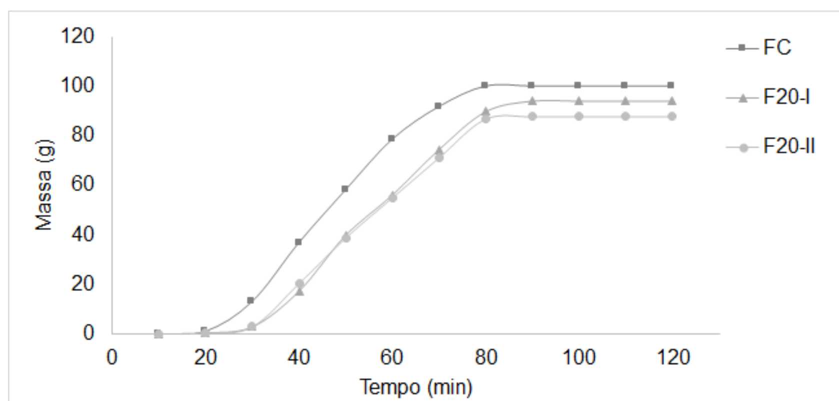
Os valores de sólidos solúveis variaram de 33 a 36 ºBrix. A formulação F20-II apresentou teor significativamente (p≤0,05) maior em comparação com as formulações controle e F20-I, que não diferiram entre si. Morzelle et al., (2012) verificaram que os teores de sólidos solúveis totais dos sorvetes à base de frutos do cerrado variaram entre 28,5 e 29,75 para curriola e mangaba, respectivamente.

Em relação a cor, as formulações apresentaram valores de L^* entre 85,66 a 77,24, sendo que a adição do doce diminuiu a luminosidade. Também foi observado que as

formulações apresentaram tendência a cor verde (a^*) e amarelo (b^*).

Os resultados da análise de *overrun* (incorporação de ar) diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre as formulações (Tabela 3). A formulação controle foi a que obteve melhor resultado, pois apresentou a maior incorporação de ar dentre as formulações analisadas. O *overrun* diminuiu conforme adicionou-se o doce de uvaia e isso pode ter ocasionado a diminuição da água livre disponível no gelado comestível. Segundo Goff (1997), o volume de ar incorporado pode ser de mais de 50% a um mínimo de 10 a 15%.

O tempo necessário para derreter os 100 g de gelado comestível utilizados neste teste foi de 90 minutos, (Figura 2) demais formulações foram adicionadas de doce de uvaia o que reteve o a massa do produto.



FC: formulação controle; F20-I: formulação com adição de 20% de doce na etapa inicial; F20-II: formulação com adição de 20% de doce na etapa final.

Figura 2 – Derretimento das formulações do gelado comestível

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

4 I CONCLUSÃO

A elaboração de doce cremoso de uvaia e sua adição em formulações de gelado comestível é uma alternativa viável para a utilização desta fruta, uma vez que a polpa apresenta um excelente rendimento e boas características físico-químicas. As formulações do gelado comestível elaborado com adição de doce de uvaia em diferentes processos apresentaram características físico-químicas de pH, sólidos solúveis, cor e derretimento desejáveis, o que torna estes produtos viáveis para produção.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2005.

GOFF, H. D. Colloidal aspects of ice cream: a review**. International Dairy Journal,** v. 7, p. 363-373, 1997.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1.ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008. 1020 p.

KROLOW, A. C. R. **Geleia de Uvaia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 3p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico 228).

MALANDRIN, R. et al. Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovação. **Food ingredients,** n.15, v.3, p. 42-48, 2001.

MORZELLE, M. C. et al. Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v.67, n. 387, p. 70-78, 2012.

RAMOS, A. F. **Avaliação de aspectos físico-químicos, sensoriais e reológicos de sorvete gourmet elaborado com teor reduzido de lactose.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

RASEIRA, M. C. B. et al. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil.** Documento, 129 (Embrapa Clima Temperado), Pelotas. 125 p. 2004.

SABATINI, D. R. et al. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição,** v. 22, n. 1, p. 129-136, 2011.

SANTANA, L. R. R. et al. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 23, supl., p. 151-155, 2003.

SCALON, S. P. Q.; DELL'OLIO, P.; FORNASIERI, J. L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess - Mirtaceae. **Ciência Rural,** v. 34, n. 6, p. 1965-1968, 2004.

SOUXA, J. C. B. et al. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.1, p.155-165, 2010.

WHELAN, A. P. et al. Physicochemical and sensory optimization of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology,** v. 43, n. 9, p. 1520-1527, 2008.

ZILLO, R. R. et al. Parâmetros físico-químicos e sensoriais de polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis*) submetidas à pasteurização. **Bioenergia em revista: diálogos,** ano 4, n. 2, p. 20-33, 2014.

CAPÍTULO 17

CARACTERIZAÇÃO DE PÓS DE MORANGO OBTIDOS PELA SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA (*FOAM MAT DRYING*)

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 15/05/2021

Joyce Maria de Araújo
Discente, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras
Araxá - MG
http://lattes.cnpq.br/9265248098021707

Amanda Castilho Bueno Silva
Discente, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras
Lambari - MG
http://lattes.cnpq.br/5331615658535730

Luiza Teixeira Silva
Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Lavras
São José dos Campos - SP
http://lattes.cnpq.br/4228858437218305

Bruna de Souza Nascimento
Docente, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras
Lavras – MG
http://lattes.cnpq.br/9084263442212447

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar o pó de morango obtido através da secagem em leito de espuma com albumina na concentração de 7,5% em massa. Os experimentos foram conduzidos nas temperaturas de 60, 70 e 80°C em uma estufa de circulação de ar. Para a caracterização dos pós obteve-se os valores de atividade de água, umidade, densidade *bulk*, parâmetros de cor, IR, pH, sólidos solúveis e tempo de reconstituição. Para o pó obtido na temperatura de 80°C obteve-se menor teor de umidade, IR e tempo de reconstituição e valores semelhantes aos pós de 60 e 70° C para os demais parâmetros. O produto obtido possui maior vida útil e valor agregado em comparação à fruta “in natura”.

PALAVRAS - CHAVE: Desidratação. Albumina. Conservação.

CHARACTERIZATION OF STRAWBERRY POWDERS OBTAINED USING FOAM MAT DRYING

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the strawberry powder obtained using foam mat drying with albumin in the concentration of 7.5% by mass. The experiments were conducted at temperatures of 60, 70 and 80°C in an air circulation greenhouse. For the characterization of the powders, the values of water activity, humidity, bulk density, color parameters, IR, pH, soluble solids and reconstitution time were obtained. For the powder obtained at a temperature of 80°C, lower moisture content, IR and reconstitution time were obtained, and values similar to powders of 60 and 70°C for the other parameters. The product obtained has a longer shelf life and added value in comparison to “fresh” fruit.

KEYWORDS: Dehydration. Albumin. Conservation.

1 | INTRODUÇÃO

O aroma e sabor agradáveis do morango são atrativos, isto faz com que ele seja apreciado mundialmente. Seu consumo ocorre, principalmente, na forma *in natura,* mas também pode ser encontrado em produtos como, geleias, iogurtes, biscoitos, bolos e bebidas (HORNEDO-ORTEGA *et al.*, 2016). Por ser perecível na sua forma fresca, tratamentos tecnológicos muitas vezes são utilizados para prolongar sua vida útil e possibilitar sua comercialização em períodos entressafra. O processo convencional que visa alcançar esse objetivo consiste na redução do teor de umidade através da secagem (FEITOSA *et al.*, 2017).

A secagem em leito de espuma (*foam mat drying*) é um método que consiste na mistura de uma polpa ou suco de frutas com agente estabilizante e/ou espumante para formação de uma espuma estável, a qual é posteriormente submetida à secagem, resultando em um produto final na forma de pó. Nesta técnica, as taxas de secagem são mais rápidas do que para outras técnicas convencionais de secagem, isso ocorre devido a maior área superficial exposta, que contribui para redução da energia consumida no processo, além de aumentar a qualidade do produto, que se torna mais poroso e com melhor capacidade de reidratação (ABBASI; AZIZPOUR, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar parâmetros de qualidade do pó obtido através da secagem da polpa de morango em leito de espuma, utilizando albumina na concentração de 7,5% em massa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Operações Unitárias do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. A albumina e morangos utilizados foram adquiridos no comércio local da cidade de Lavras, MG. Os morangos foram devidamente higienizados e para o preparo da polpa foram triturados em liquidificador, sem adição de água. As polpas obtidas foram armazenadas sob -18°C até o início dos experimentos. A escolha do emulsificante e da concentração utilizados no preparo das espumas foram estabelecidos a partir de informações obtidas em estudos realizados anteriormente por Silva (2018) que observou que a espuma de polpa de morango formada com albumina na concentração de 7,5% apresentou melhores resultados de estabilidade e densidade, portanto indicados para ser submetida ao processo de secagem.

Para o preparo das espumas a polpa de morango foi descongelada e submetida à agitação mecânica, juntamente com a albumina na concentração de 7,5% em massa, em uma batedeira doméstica por 20 minutos. Posteriormente, as espumas foram submetidas, sobre bandejas de alumínio, a uma estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 60, 70 e 80°C. Após a desidratação da espuma, os produtos obtidos pelo processo

de secagem foram raspados das bandejas com uma espátula e, em seguida, macerados para obtenção dos pós. Estes foram caracterizados quanto a atividade de água, umidade, densidade *bulk*, parâmetros de cor, IR, pH, sólidos solúveis e tempo de reconstituição, todos os procedimentos realizados em triplicata.

Para a análise da atividade de água das amostras, os pós foram transferidos para cápsulas de polietileno e determinada através do aparelho AQUALAB 3TE, Decagon Devices.

A umidade foi determinada inserindo as amostras em estufa de circulação forçada de ar (NOVA ÉTICA, 400/2) a 65°C. Em intervalos de 30 minutos as massas foram medidas até atingirem valor constante. A umidade em base úmida foi calculada através da Equação 1.

$$U_{b.u.} = \left(\frac{m_{inicial} - m_{final}}{m_{inicial}}\right) x\ 100 \quad (1)$$

Sendo $U_{b.u}$: umidade em base úmida (%); $m_{inicial}$: massa inicial da amostra (g); m_{final}: massa final da amostra (g).

A densidade *bulk* dos pós de morango foi determinada utilizando o método Goula e Adamapoulos (2008) modificado. Aproximadamente 2,5 gramas de pó foram transferidos para uma proveta de 25 mL. A proveta foi submetida a um movimento vertical de cima para baixo por 10 vezes com a finalidade de obter uma leitura regular do volume da amostra. A razão massa por volume foi então calculada pela Equação 2.

$$\rho_{bulk} = \frac{m_{amostra}}{V_{indicado}} \quad (2)$$

Onde p_{bulk}: densidade *bulk* (g/ mL); $m_{amostra}$: massa da amostra (g); $V_{iniciado}$: volume indicado na proveta (mL).

A análise de cor das amostras foi realizada utilizando um espectrofotômetro modelo CM-5 da marca Konica Minolta, expressa pelas coordenadas e parâmetros L*, a*, b*, c* e h*.

Para a reidratação do pó utilizou-se a metodologia de Puttongsiri, Choosakul e Sakulwilaingam (2012) com algumas modificações. Aproximadamente 0,5 gramas de pó foram misturados em um agitador magnético com 5,5 gramas de água na temperatura ambiente (25°C) por 10 minutos. Determinou-se o índice de reidratação (IR) a partir da Equação 3.

$$IR = \frac{m_{pó\ hidratado}}{m_{pó\ desidratado}} \quad (3)$$

Em que IR: índice de reidratação; $m_{pó\ hidratado}$: massa do pó hidratado (g); $m_{pó\ desidratado}$: massa do pó desidratado (g).

O valor do pH foi determinado diretamente nas amostras, utilizando-se um pHmetro digital (MS-TECNOPON, Mpa210), segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz

(2008).

O teor de sólidos solúveis foi expresso em termos de °Brix, o qual foi medido utilizando um refratômetro manual da marca Instrutherm modelo RT-82. Para tanto, uma alíquota da amostra foi colocada no refratômetro, procedendo-se à leitura direta, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para obter o tempo de reconstituição, utilizou-se o método segundo Kachan (1988). Neste caso, obteve-se a partir de um refratômetro ATAGO uma pasta de 12 °Brix, teor característico de sólidos solúveis totais da mistura de frutas *in natura*, constituída de água destilada e pó. A mistura foi submetida à agitação em 200 rpm através do agitador magnético KASVI, com acompanhamento visual em intervalos de 30 segundos, até o desaparecimento do pó aglomerado.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a caracterização do pó de morango, obteve-se os valores de atividade de água, umidade, densidade *bulk,* parâmetros de cor, IR pH, sólidos solúveis e tempo de reconstituição, presentes na Tabela 1.

Parâmetros	60° C	70° C	80° C
Atividade de água (Aw)	0,19±0,00	0,14±0,01	0,14±0,00
Umidade (%)	1,48±0,02	1,47±0,03	0,95±0,02
Densidade *bulk* (g/mL)	0,36±0,01	0,27±0,01	0,32±0,01
Cor			
L*	68,29±0,40	67,53±0,41	64,74±0,24
a*	12,41±0,18	12,08±0,24	11,89±0,14
b*	15,65±0,27	16,18±0,35	21,34±0,26
c*	19,98±0,32	20,19±0,42	24,43±0,30
h*	51,59±0,84	53,27±0,12	60,88±0,04
IR	4,55±0,20	4,20±0,27	3,56±0,20
pH	4,10±0,00	4,08±0,00	4,10±0,00
Sólidos solúveis (°Brix)	7,00±0,00	7,50±0,00	7,00±0,00
Tempo de reconstituição (segundos)	90,00±0,00	90,00±0,00	60,00±0,00

Tabela 1 - Caracterização do pó de morango nas temperaturas de 60, 70 e 80° C.

Fonte: Autoras (2019).

Os valores encontrados para a atividade de água dos pós de morango variaram de 0,14±0,00 a 0,19±0,00, os quais são considerados adequados para armazenamento. Segundo Melo Filho e Vasconcelos (2011) a velocidade de crescimento dos microrganismos reduz com a atividade de água, podendo sofrer paralisação total quando seu valor é menor que 0,6.

A umidade apresentou valores entre 0,95%±0,02 e 1,48%±0,02, estando dentro do recomentado pela legislação de produtos de frutas secas informados pela RDC nº 273

de 22 de setembro de 2005 da ANVISA que preconiza que produtos de frutas secas ou desidratadas devem apresentar no máximo 25% de umidade (ANVISA, 2005).

Nas condições de secagem a 70 e 80°C, foram obtidos menores valores de atividade de água, teor de umidade e densidades *bulk*. Esses resultados demonstram que pós com menor teor de umidade e atividade de água, tendem a ser menos densos, visto que possuem menores quantidades de água em sua composição (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Através das coordenadas L*, a*, b*, c* e h* é possível analisar a cor dos pós de morango. A coordenada L* representa a capacidade de refletir luz (luminosidade) e varia em uma escala de preto (0) ao branco (100). Portanto, quanto menor seu valor mais escura é a amostra. Na Tabela 1, verifica-se uma redução no valor de L* com o aumento da temperatura, o que demonstra que quanto maior a temperatura mais escuro é o pó.

Para a coordenada a* a qual representa a variação entre verde (-a*) e vermelho (+a*) não foi observada grandes diferenças comparando-se as três temperaturas, indicando coloração rosada em todos os pós. Para a coordenada b*, entretanto, que representa a variação do azul (-b*) ao amarelo (+b*), observou-se um elevado aumento na condição de 80°C, apontando tendência na cor amarelo da amostra.

Para a coordenada c* croma, a qual segundo Martinazzo *et al.* (2008) indica a intensidade e saturação da cor do produto, pode-se observar uma elevação desse valor com o aumento da temperatura, demonstrando, maior intensidade e saturação da cor na condição de 80°C. Os valores de tonalidade h* variam entre 0 (cor vermelha pura), 90 (cor amarela pura), 180 (cor verde pura) e 270 (cor azul pura) (RAMALLO; MASCHERONI, 2012). Para todas as temperaturas os valores de h* foram menores que 90, caracterizando cor vermelha.

Todos esses efeitos podem ser claramente percebidos na Figura 1.

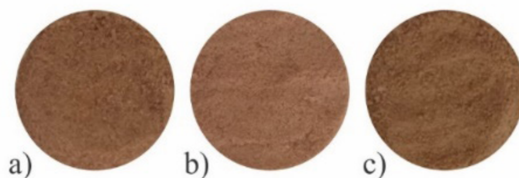


Figura 1: Pós obtidos nas temperaturas de 60°C a), 70°C b) e 80°C c).

Fonte: Autoras (2019).

Quanto maior a taxa de reidratação do pó, maior sua capacidade de reidratar na água (NG; SULAIMAN, 2018). Conforme pode ser observado na Tabela 1, o pó que apresentou maior capacidade de reidratação com IR igual a 4,55±0,20 foi o obtido pela menor temperatura de secagem.

Os valores de pH dos pós variaram de 4,08±0,00 a 4,10±0,00, valores mais elevados que o da polpa de morango (pH = 3,30) (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2016). Silva *et al.*

(2008) também observou aumento do pH na secagem de espuma da polpa de tamarindo com a adição de albumina. Este aumento provavelmente ocorreu pelas características alcalinas da albumina.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, o teor de sólidos solúveis dos pós de morango variou de 7 a 7,5 °Brix, isso significa que existem 7 gramas de sólidos solúveis em 100 gramas de solução e 7,5 gramas de sólidos solúveis em 100 gramas de solução. A amostra na condição de secagem a 70° C apresentou o maior teor de sólidos solúveis (7,5 °Brix), isso ocorreu, pois sua solução foi menos diluída que as outras, logo, maior é a concentração de sólidos presentes.

Os tempos de reconstituição encontrados nas temperaturas de 60 e 70°C foram de 90 segundos, enquanto para 80°C o valor encontrado foi um pouco menor, sendo este de 60 segundos. Dantas (2010) utilizando o método de camada de espuma encontrou tempos de reconstituição de 90 e 210 segundos para os pós de abacaxi e manga, respectivamente.

4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados pode-se concluir que a adição de aditivos alimentares, quando utilizados de maneira correta, podem contribuir para a melhoria no desempenho do processo de secagem, uma vez que atua de forma efetiva na formação e estabilidade das espumas e consequentemente nas características dos pós, que por sua vez, apresentam maior vida útil e valor agregado quando comparados ao morango *in natura*.

REFERÊNCIAS

ABBASI, E.; AZIZPOUR, M. Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. **LWT**: Food Science and Technology, v. 68, p. 105–110, 2016.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada** - RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005.

CAVALCANTE, C. E. B. *et al.* Avaliação dos parâmetros de secagem da polpa de graviola em pó obtida por secagem em spray dryer. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p. 2-8, 2017.

DANTAS, S. C. M. **Desidratação de polpas de frutas pelo processo *foam-mat*.** 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para a polpa de morango**. Nº 169, quinta-feira, 1 de setembro de 2016.

FEITOSA, R. M. *et al.* Drying and characterization of myrtle pulp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n.12, p. 858-864, 2017.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. **Drying Technology**: An International Journal, v. 26, n. 6, p.726-737, May 2008.

HORNEDO–ORTEGA, R. *et al.* Effects of gluconic and alcoholic fermentation on anthocyanin composition and antioxidant activity of beverages made from strawberry. **LWT**: Food Science and Technology, v. 69, p. 382-389, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos de análises de alimentos. 4. ed. São Paulo, SP: Ed. IAL, 2008.

KACHAN, G. C. **Contribuição ao estudo da desidratação da pasta de tomate (*Licopersicum esculentum L*) em secador de leito de jorro**. 1988. 2009 p. Tese (Doutorado em Operações Unitárias) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

MARTINAZZO, A. P. *et al.* Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf* durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 131-140, 2008.

MELO FILHO, A.B.; VASCONCELOS, M.A.S. **Química de Alimentos**. Recife: UFRPE, 78 p., 2011.

NG, M. L.; SULAIMAN, R. Development of beetroot (*Beta Vulgaris*) powder using foam mat drying. **LWT**: Food Science and Technology, v. 88, p. 80-86, 2018.

PUTTONGSIRI, T.; CHOOSAKUL, N.; SAKULWILAINGAM, D. Moisture content and physical properties of instant mashed potato. **International Conference on Nutrition and Food Sciences**, v. 39, p.92-95, 2012.

RAMALLO, L. A.; MASCHERONI, R. H. Quality evalution of pineapple fruit during drying process. **Food and Bioproducts Processing**, v.90, n. 2, p. 275-283, Apr. 2012.

SILVA, A. S. *et al.* Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, dez. 2008.

SILVA, L.T. **Obtenção de pó de morango através do processo de secagem em leito de espuma**. 2018. 31p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

CAPÍTULO 18

CLASSIFICAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MARACUJÁ-AZEDO, COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PARÁ

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Jailson Sousa de Castro
Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Biologia Vegetal
Viçosa - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/6214942343634005

Natália Santos da Silva
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas
Santarém – Pará
http://lattes.cnpq.br/5179022269309711

Thaisy Gardênia Gurgel de Freitas
Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/7993521897735870

Maria Lita Padinha Côrrea Romano
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas
http://lattes.cnpq.br/0796310101196787

RESUMO: O maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*) apresenta maior área cultivada e volume comercializado no Brasil. Objetivou-se classificar padrões comerciais e caracterizar qualidade pós-colheita de frutos de maracujá-azedo comercializados em feiras de Santarém – PA, utilizando DIC constituído de cinco localidades de produção (Comunidades Jacamim, Nova Esperança do Ituqui, Estrada Nova, Santa Rosa, Bom Jardim) com cinco repetições, dois frutos por repetição, as análises químicas feitas em duplicata. Os dados foram submetidos a análise de variância, médias comparadas pelo teste Tukey 5% de probabilidade, com software Sisvar®. Os frutos caracterizados apresentaram-se diferentes, a Comunidade Jacamim apresentou maior diâmetro de frutos (91,91 mm) e umidade (43,18%), a Comunidade Nova Esperança do Ituqui maiores médias em índice de formato (1,09), sólidos solúveis (15,4 ºBrix) e RATIO (4,8) e menor acidez titulável (3,23 g de ácido cítrico), Comunidade Estrada Nova com maior comprimento de frutos (102,43 mm) enquadrando-os na Classe 4 - Tipo EXTRA de padrões comerciais, Comunidade Santa Rosa apresentou maiores massa de frutos (224 g) e Comunidade Bom Jardim apresentou maior rendimento de polpa bruta (41,52%), rendimento de suco (45,01%) e pH (3,47). Concluindo que frutos comercializados em Santarém – PA apresentam boa biometria, classificação, qualidade e rendimento de polpa, com baixo rendimento de suco.

PALAVRAS - CHAVE: Avaliação Físico-qímica; Comercialização; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; Pós-colheita.

CLASSIFICATION AND QUALITY POST-HARVEST OF PASSION FRUIT-SOUR, SOLD AT FAIRS IN THE CITY OF SANTARÉM

ABSTRACT: The sour passion fruit (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*) has the largest

cultivated area and volume sold in Brazil. The objective was to classify commercial standards and characterize post-harvest quality of passion fruit sold at fairs in the city of santarém, using DIC, consisting of five production locations (community Jacamim, Nova Esperança do Ituqui, Estrada Nova, Santa Rosa, Bom Jardim), with five repetitions. The data were submitted to analysis of variance, averages compared by the Tukey test 5% probability, with Sisvar® software. The fruits were different characterized, the community Jacamim showed larger diameter of fruits (91.91 mm) and moisture (43.18%), the community Nova Esperança do Ituqui higher averages in format index (1.09), soluble solids (15.4 ºBrix) and RATIO (4.8) and lower titratable acidity (3.23 g of citric acid), the community Estrada Nova showed greater length of fruit (102.43 mm) framing them in Class 4 - EXTRA type of commercial standards, the community Santa Rosa has largest mass of fruits (224 g) and Community Bom Jardim showed higher yield crude pulp (41.52%), juice yield (45.01%) and pH (3.47). Concluding that fruit sold in Santarém - PA have good biometrics, classification, quality and yield pulp with a low juice yield.
KEYWORDS: Physical qímica evaluation; Commercialization; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; Post-harvest;

1 | INTRODUÇÃO

O maracujá é uma fruteira pertencente à família Passifloraceae, originário na América tropical, mais precisamente no Brasil, essa família possui mais de 150 espécies, podendo-se destacar como mais cultivadas no Brasil e no mundo as espécies maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims.) e maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) (Piris *et al.*, 2011).

O maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) dentre asz espécies *Passiflora*, é a que apresenta maior área cultivada e maior volume de comercialização mundial, isso é decorrente da qualidade de seus frutos e rendimento industrial, o qual apresenta polpa ácida, alto rendimento de suco e coloração de epicarpo, variando de amarela à roxa (Manica, 1981; Souza, 2009).

A produção brasileira de maracujá na safra de 2016 foi equivalente a 703.849 t colhidas em 49.889 ha. Aproximadamente 68,5% da produção total se concentra em três estados brasileiros: Bahia (48,7%), Ceará (13,9%) e Minas Gerais (5,6%), o estado do Pará assume a sétima colocação em produção nesta safra com total de 21.338 t colhidas em 1.965 ha plantadas (IBGE, 2016). Desde 2001, a passicultura evoluiu 50,8% em área colhida, migrando de 33 para 49 ha e a produção cresceu 50,5% saltando de 467.464 para 703.489 t.

O fruto de maracujá apresenta sabor especial propiciando a apreciação pelos consumidores, sendo a polpa considerada fonte de minerais, vitamina A, complexo B e C, além disso, pode-se utilizar casca do fruto, uma vez que esta é rica em fibras solúveis, especialmente pectina, cuja utilização na forma de farinha auxilia na redução do colesterol e da glicose no sangue e em dietas de emagrecimento (Carvalho *et al.*, 2015).

Dentre os atributos utilizados para avaliar e monitorar a qualidade dos produtos hortícolas encontram-se a determinação da concentração dos açúcares totais e açúcares redutores (glicose e frutose), pH, acidez que é atribuída à presença dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, teores de sólidos solúveis que indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas e possuem tendências de aumento com o avanço da maturação (Chitarra & Chitarra, 2005).

Objetivou-se classificar em grupo, classe e tipo de acordo com os padrões comerciais e caracterizar qualidade pós-colheita em parâmetros biométricos de espessura de casca, comprimento, diâmetro, índice de formato e massa de frutos, parâmetros químicos de umidade, potencial hidrogeniônico, acidez titulável e relação sólidos solúveis / acidez titulável e rendimento de polpa bruta e suco em frutos de maracujá-azedo, comercializados em feiras livres do município de Santarém – PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e Preparo das Amostras

Os frutos de Maracujá-azedo foram obtidos nos meses de Março e Abril de 2018 de cinco produtores de distintas localidades, os quais comercializam sua produção em feiras livres no município de Santarém – Pará, sendo o clima da região em que foram produzidas as amostras classificado como Aw4 o qual apresenta precipitação pluviométrica média anual, variando entre 1.500 mm a 2.000 mm, seguindo o Método de Köppen, com chuvas concentradas nos meses iniciais do ano e temperatura na faixa de 24 a 32 °C (SEMA, 2018; INMET, 2018). Foram escolhidos para o experimento frutos de tamanho uniformes e sadios, após a obtenção, destinou-se os frutos para o Laboratório de Sementes do Instituto de Biodiversidade e Florestas – IBEF, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Os frutos foram higienizados através de lavagem com água corrente e sanitizados com solução de clorada.

2.2 Biometria de Frutos

Para caraterização biométrica de diâmetro (DF) e comprimento de frutos (CF) utilizou-se paquímetro digital aferindo o eixo equatorial e longitudinal respectivamente, com resultados expressos em milímetros (mm). Para índice de formato (IF) deu-se a relação entre comprimento e diâmetro de frutos.

O parâmetro biométrico massa de frutos (MF), foi quantificado a partir de pesagem em balança analítica (± 0.01 g), com resultados expressos em gramas (g). O parâmetro espessura de casca (EC) foi quantificado após corte equatorial de frutos para retirada do endocarpo, foram aferidos com paquímetro digital em dois pontos em distintas posições do epicarpo partido, com resultados expressos em milímetros (mm).

2.3 Classificação de Frutos

A classificação de frutos em padrões comerciais foi realizada de acordo com os parâmetros adotados pelo Programa Brasileiro Para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2015), classificando-os em Grupo de acordo com a coloração visual dos frutos, Classe ou Calibre caracterizado pelo diâmetro equatorial e em Tipo ou Categoria identificando presença de defeitos.

2.4 Rendimento de Frutos

A variável rendimento de polpa bruta (RPB) foi definido a partir da relação de massa de polpa (g) quantificada com pesagem de polpa (semente + arilo) pela massa de frutos (g), expresso em porcentagem.

A variável rendimento de suco (RS) definido a partir da separação do arilo das sementes em liquidificador doméstico, seguido de extração do suco integral com auxílio de tecido de malha fina, seguindo metodologia utilizada por Neto *et al.* (2015), com resultados dispostos na equação 01.

$$RS\ (\%) = \frac{\text{Massa da Polpa Bruta (g)} - \text{Massa do Resíduo Bruto (g)}}{\text{Massa do Fruto (g)}} * 100$$

2.5 Caracterização Química de Frutos

A caracterização química de frutos foi realizada seguindo a metodologia descrita por IAL (2008), onde foram empregados o método por secagem para análise de umidade (U) expressos em porcentagem, para sólidos solúveis (SS) utilizou-se o método de refração em suco integral com auxílio de refratômetro portátil com escala de 0 a 32 ºBrix com os resultados expresso em Graus Brix (°Brix), para Potencial Hidrogeniônico (pH) adotou-se o método de potênciometria utilizando peagâmetro com determinação feita diretamente em suco integral em que as partículas estejam uniformemente suspensas, a determinação de acidez titulável (AT) utilizou-se amostra de suco integral de maracujá titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 M) sobe agitação constante até obter amostra com pH 8,2 com resultados expressos em grama de ácido cítrico em 100 gramas de material.

A relação sólidos solúveis por acidez titulável (RATIO) é utilizado para determinação da maturação em matéria prima e utiliza valores encontrados na determinação de sólidos solúveis e acidez titulável.

2.6 Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados em um arranjo 5 x 5, constituindo cinco tratamentos onde cada tratamento representa uma localidade de produção (Comunidade de Jacamim; Comunidade de Nova Esperança do Ituqui;

Comunidade Estrada Nova; Comunidade de Santa Rosa e Comunidade de Bom Jardim), com cinco repetições sendo cada repetição representada por dois frutos e as análises químicas feita em duplicata.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, seguido de comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software SISVAR® (Ferreira, 2011).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência da variabilidade quanto a parâmetros biométricos entre as localidades de produção de maracujá-azedo comercializados no município de Santarém – PA foi constatado pela significância, em $P < 0,05$ pelo teste F. Na comparação das médias pelo Teste Tukey, foi possível observar que para CF (Figura 01A) as localidades Comunidade de Jacamim, Comunidade de Estrada Nova e Comunidade Santa Rosa apresentaram máximas médias, sendo a comunidade de Estrada Nova com maior média de 102,43 mm e frutos provenientes das comunidades Nova Esperança do Ituqui e Bom Jardim apresentaram médias mínimas, sendo esta última apresentando 72,10 mm, resultados esses abaixo dos frutos com média de 106,14 mm encontrados por Araújo *et al.* (2016) ao caracterizarem qualidade do maracujá-azedo na região da serra de cuité na cidade de Coronel Ezequiel – RN.

Para DF (Figura 01A), as três localidades de produção com maiores comprimentos apresentaram máximos diâmetros, sendo a Comunidade de Jacamim com maior média de 83,48 mm, a Comunidade de Bom apresentou menor média de 65,1 mm. Valores menores a média de diâmetro de 84,50 mm em expressão fenotípica de frutos maracujá-azedo descrito por Silva *et al.*, (2012) ao avaliarem biometria aplicada ao melhoramento populacional.

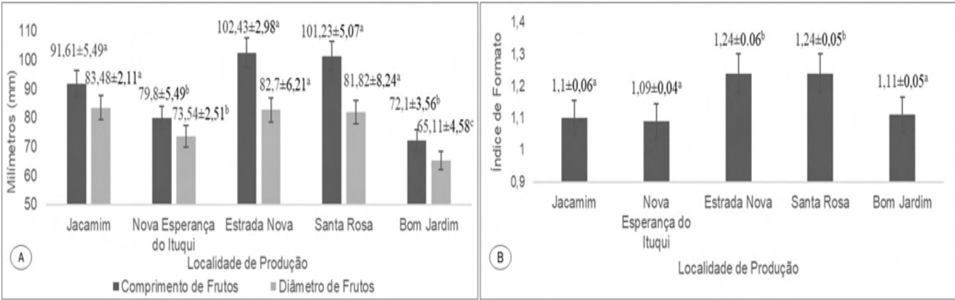


Figura 01 - Médias de Comprimento de Frutos (CF) e Diâmetro de Frutos (DF) expressos em milímetros e Índice de Formato (IF) de frutos de Maracujá-azedo, comercializados no município de Santarém – PA. (*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade).

No parâmetro biométrico IF (Figura 02), as comunidades de Jacamim, Nova Esperança do Ituqui e Bom Jardim apresentaram menores índices, com 1,10, 1,09 e 1,11 respectivamente, índices menores ao 1,15 descrito por Dias *et al.*, (2011) ao avaliarem qualidade física e produção do maracujá-azedo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. Diante dos resultados acima explanados se obtém relação satisfatória e indica, segundo Negreiros *et al.*, (2007) que quanto maior o diâmetro equatorial dos frutos mais próximo a circularidade (índice 1,0), apresentando assim maior massa de fruto, da polpa e de suco.

Para Classificação de Frutos (Tabela 01) seguindo padrões do Programa Brasileiro Para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (CEAGESP, 2015), os frutos comercializados no município de Santarém – PA enquadraram-se no Grupo Amarelo onde apresentam coloração do epicarpo amarelo quando maduros.

Para Classe ou Calibre, os frutos provenientes das Comunidades de Jacamim, Estrada Nova e Santa Rosa enquadraram-se na classe 4 que compreende frutos com diâmetro de 75 a 85 mm, frutos da comunidade Nova Esperança do Ituqui enquadraram-se na classe 3 que compreende frutos com diâmetro de 65 a 75 mm e os frutos da Comunidade de Bom Jardim enquadraram-se na Classe 2, onde corresponde frutos com diâmetros de 55 a 65 mm.

Quanto à classificação de frutos em Tipo ou Categoria, os frutos provenientes da comunidade de Estrada Nova apresentaram 3% de defeitos gerais inseridos assim no Tipo EXTRA, frutos da Comunidade Jacamim, Nova Esperança do Ituqui e Santa Rosa enquadraram-se no Tipo I onde esses apresentaram 7%, 9,7% e 7,7% de defeitos gerais, e a comunidade de Bom Jardim apresentou frutos com 14,7% de defeitos gerais dispondo-se no Tipo II.

Localidade de Produção	GRUPO	CLASSE CALIBRE	TIPO CATEGORIA
Comunidade Jacamim	Amarelo	4	I
Comunidade Nova Esperança do Ituqui	Amarelo	3	I
Comunidade Estrada Nova	Amarelo	4	EXTRA
Comunidade Santa Rosa	Amarelo	4	I
Comunidade Bom Jardim	Amarelo	2	II

TABELA 01 - Classificação de Frutos de Maracujá-azedo, comercializados em férias livres no município de Santarém – PA, em padrões do Programa Brasileiro Para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2015).

Para MF (Figura 02A) as localidades Comunidade de Jacamim, Estrada Nova e Santa Rosa apresentaram médias superiores a 210 g, sendo esta última apresentando valor médio de 224 g, Fortaleza *et al*., (2005) citam que a massa de fruto de maracujá é relacionada com a quantidade de semente viável, visto que cada semente está envolta por um arilo. Diante as médias encontradas, observa-se valores acima do descritos por Hafle *et al*., (2009) ao avaliarem produtividade de maracujazeiro amarelo submetidos a poda de ramos produtivos em Lavras no estado de Minas Gerais, onde encontrou frutos com massa de 208,40 g e 173 g, quando utilizado 14 e 40 ramos terciários por plantas.

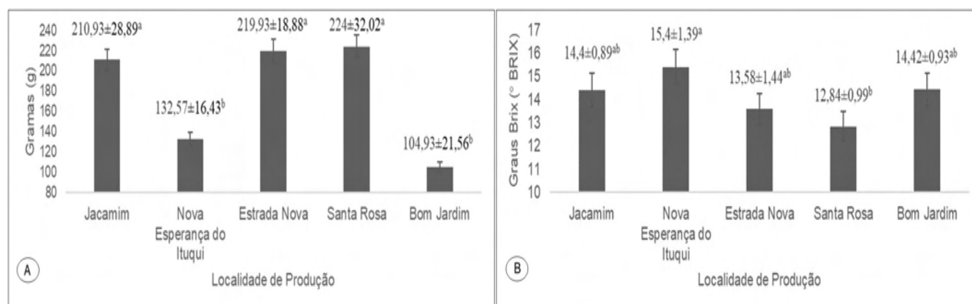


Figura 02 - Médias de Massa de Frutos (MF) expressos em gramas e Sólidos Solúveis (SS) expressos em graus Brix de Maracujá-azedo, comercializados no município de Santarém – PA. (*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade).

Foi possível observar que para SS (Figura 02A) os frutos provenientes da comunidade de Nova Esperança do Ituqui apresentaram maiores teores com 15,4 °Brix diferindo de frutos provenientes da comunidade de Santa Rosa que apresentou menores teores com 12,84 °Brix, valores em conformidade com a legislação descrita por BRASIL (2003) para suco tropical de maracujá, onde deve conter no mínimo 10 °Brix.

Medeiros *et al*., (2010) encontraram teor de sólidos solúveis entre 13,27 a 15,57 °Brix caracterizando genótipos de maracujá-azedo no município de Brasília - DF, associando o baixo teor a colheita precoce uma vez que o teor de açúcar é obtido praticamente da translocação de fotossimilados quando ainda estão ligados à planta. Coelho *et al*., (2010) citam que indústrias de maracujá desejam frutos com teor de sólidos solúveis em 14 °Brix, permitindo maior rendimento tecnológico.

Observou-se diferença entre as médias de AT (Figura 03A), onde frutos provenientes da Comunidade Nova Esperança do Ituqui apresentaram menor acidez com 3,23 g 100 g^{-1} sendo esta igual estatisticamente à média dos frutos da comunidade de Bom Jardim com 3,77g 100 g^{-1}. Valores em conformidade com a legislação descrita por BRASIL (2003) para suco tropical de maracujá, onde deve conter no mínimo 0,30 g de ácido cítrico em 100 g de amostra. Negreiros *et al*., (2008) descrevem acidez titulável de 3,98 g ácido cítrico 100 mL^{-1} de suco integral de maracujá-azedo e reforça a importância da elevada acidez para a

indústria, pois diminui a adição de acidificantes propiciando melhora nutricional, qualidade organoléptica desfavorecendo a proliferação de microrganismos.

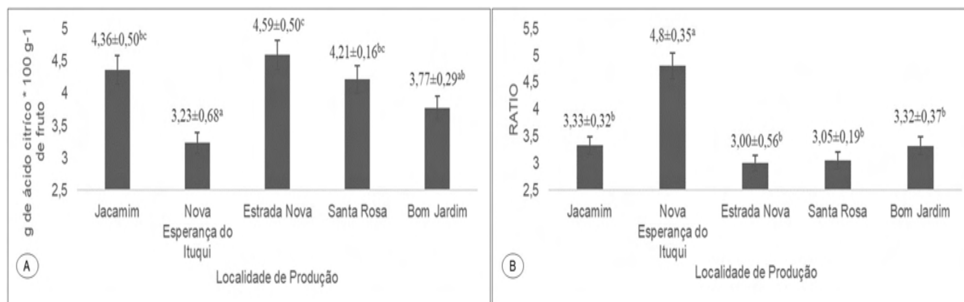


Figura 03 - Médias de Acidez Titulável (AT) expressos em gramas de ácido cítrico em 100 gramas de frutos e Relação Sólidos Solúveis / Acidez Titulável (RATIO) de Maracujá-azedo, comercializados no município de Santarém – PA. (*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade).

Para RATIO (Figura 03B), frutos provenientes da Comunidade de Nova Esperança do Ituqui se apresentaram diferentes das demais, com média de 4,80. Campos *et al.*, (2013) encontraram RATIO de 3,92 para frutos de maracujá-azedo provenientes de feiras livres e 3,10 para frutos provenientes de estabelecimento comercial no município de Macapá – AP. Valores de RATIO superiores a 4,2 indicam frutos com sabores muito bom, já frutos que se encontrem na faixa de 3,4 e 4,5 de RATIO apresentam qualidade aceitável para o consumo *in natura* e para o processamento de frutas (Folegatti & Matsuura, 2002).

A tabela 02 apresenta as médias em que não diferem estatisticamente ($P > 0,05$), para EC a Comunidade de Santa Rosa apresentou maior média com 10,9 mm e a Comunidade de Bom Jardim menor média de 8,8 mm. Flores *et al.*, (2011) encontraram médias de espessura de casca na faixa de 5,85 a 8,32 mm em progênies de maracujá – azedo irradiadas com raio gama, associando a maior espessura de casca com os tratos culturais e os tratamentos aplicados nas plantas. Há uma preferência por frutos de casca mais fina por apresentarem maior rendimento de polpa, sendo um fator importante para o mercado *in natura*, frutos com casca mais espessa favorece o transporte e escoamento da produção para mercados consumidores mais distantes (Ferreira *et al.*, 2010).

Para RPB e RS, apresentaram maiores médias, frutos provenientes da Comunidade de Bom Jardim com 41,52% de rendimento de polpa bruta e 27,54% em rendimento de suco, menores médias foram observadas na Comunidade de Nova Esperança do Ituqui com 26,78% e 20,24% para rendimento de polpa bruta e rendimento de suco respectivamente, impõem-se o baixo rendimento desta localidade devido a maior espessura de casca e menor massa de fruto. Neto *et al.* (2015) caracterizando genótipos de maracujá-azedo no município de Rio Branco – AC, encontrou rendimento de polpa bruta máximo de 42,69% e

mínimo de 34,00 % e rendimento de suco máximo de 34,82% e mínimo 29,28%.

LOCALIDADE DE PRODUÇÃO	EC (mm)	RPB (%)	RS (%)	U (%)	pH
Comunidade Jacamim	9,52±1,19*	38,17±7,22[a]	23,81±7,15[a]	43,18±5,54[a]	3,40±0,06[a]
Comunidade Nova Esperança do Ituqui	10,4±1,3[a]	26,78±11,87[a]	20,24±8,08[a]	38,76±4,94[a]	3,44±0,07[a]
Comunidade Estrada Nova	9,28±0,38[a]	35,63±10,79[a]	24,96±9,88[a]	44,02±6,68[a]	3,37±0,09[a]
Comunidade Santa Rosa	10,9±2,58[a]	38,28±5,67[a]	25,23±12,81[a]	42,64±6,24[a]	3,36±0,05[a]
Comunidade Bom Jardim	8,80±1,58[a]	41,52±9,51[a]	27,54±6,00[a]	45,0±7,02[a]	3,47±0,05[a]
Média	9,78	36,09	24,35	42,72	3,40
CV (%)	16,12	25,79	37,36	14,35	1,87

TABELA 02 **-** Médias de Espessura de Casca (EC), Rendimento de Polpa Bruta (RPB), Rendimento de Suco (RS), Umidade (U) e Potencial Hidrogeniônico (pH) de frutos de Maracujá-azedo comercializados no município de Santarém – PA.

É possível observar, que o parâmetro químico de U exibiu distribuição similar a RPB e RS, onde frutos provenientes da Comunidade de Bom Jardim apresentaram máxima média de 45,01%, e menor média na Comunidade de Nova Esperança do Ituqui com 38,76% podendo está diretamente correlacionada com o rendimento de suco presente. A média de 3,44 para valor de pH da Comunidade Santa Rosa foi a maior nas comunidades analisadas associando-se ao baixo conteúdo de ácido orgânico presente na polpa como descrito em AT, diferente, a Comunidade de Santa Rosa apresentou média 3,36 em pH, sendo notório a elevada concentração de ácido orgânico na amostra, o pH aumenta com a redução da acidez (Chitarra & Chitarra, 2005). Medeiros *et al*., (2009), descrevem pH variando de 2,74 a 2,91 ao caracterizar as progênies Marília Seleção Cerrado e EC-2-0 de Maracujá-azedo cultivados no município de Brasília – DF.

4 I CONCLUSÕES

Os frutos de maracujá-azedo comercializados em feiras livres de Santarém – PA, apresentam, características biométricas significativas atendendo assim requisitos exigidos para o comercio *in natura* e industrial, boa classificação em padrões comerciais com uniformidade em Grupo e elevada Classe e Tipo, e Bom rendimento de polpa bruta com regular rendimento de suco.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. P. DE *et al.* **Caracterização agronômica, quantidade e qualidade do maracujá-azedo na região da Serra de Cuité**. *In:* Anais do Congresso Nordestino de Biólogos - Vol. 6, p. 467- 471. Congrebio, João Pessoa- PB, 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO INTERNO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 12,** Brasília – DF, 4 de setembro de 2013.

CARVALHO, S. L. C.; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M**. Maracujá-amarelo: recomendações técnicas para cultivo no Paraná.** Londrina, PR: IAPAR, 2015. 54 p. (Boletim Técnico; n. 83).

CEAGESP, Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de Classificação do Maracujá (*Passiflora edulis* Sims.). Programa Brasileiro Para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiro**. São Paulo, SP: Centro em Qualidade em Horticultura CQH/CEAGESP. 2015. p. 2. Disponível em: <www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/maracuja.pdf>. Acesso: 18 de Abril de 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 320p.

DIAS, T. J. *et al.* **Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.03, p. 229-236, 2011. https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000300002

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Revista Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

FERREIRA, F. M. **Formação de super-caracteres para seleção de famílias de maracujazeiro amarelo.** ACTA Scientiarum, v.2, n.32, p.247-254, 2010. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3328

FLORES, P. S. *et al.* **Caracterização de maracujazeiro amarelo provenientes de irradiação com raios gama.** Revista de Ciências Rural, Santa Maria – RS, v.41, n.11, p.1903-1906, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011001100009

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Maracujá. Pós-colheita (Frutas do Brasil, 23)**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

FORTALEZA, J. M. *et al.* **Características física e química de em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica**. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas – BA, v.8, n.1, p.124-127, 2005. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000100033

HAFLE, O. M. *et al.* **Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300020

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Temperaturas diárias e chuva acumulada em 24 h, Estação A250** – Santarém. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosclimaticos>Acesso: 19 de abril de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 5. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa agrícola municipal 2016.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> Acesso: 16 de abril de 2018

MANICA, I. **Fruticultura tropical: maracujá**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo - SP, 1981.

MEDEIROS, J. F. *et al.* Manejo do solo-água em áreas afetadas por sais. *In:* GHEYI, H. R. *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Parte IV, p.279-302, 2010.

MEDEIROS, S. A. F. DE *et al.* **Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.31, n.2, p.492-499, 2009. https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200025

NEGREIROS, J. R. DA S. *et al*. **Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco – Acre.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.30, n.2, p. 431-437, 2008. https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200028

NEGREIROS, J. R. S. *et al.* **Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n.3, p.546-549, 2007. https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300026

NETO, R. DE C. A. *et al.* **Caracterização química, rendimento de polpa e suco de diferentes genótipos de maracujazeiro azedo**. Anais, Encontro Nacional da Agroindústria, Bananeira – PB, 2015.

PIRIS, M. M. *et al.* **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011.

SEMA, Secretária Estadual de Meio Ambiente. **Classificação climática do Pará**. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/download/classificacao_climatica_do_para.doc>. Acesso: 19 de abril de 2018.

SILVA, M. G. DE M. et al. **Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. Revista Ciências Agronômicas**, v.43, n.3, p.493-499, 2012. *http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000300011*

SOUSA, M. A. DE F. **Produtividade e reação de progênies de maracuzajeiro azedo a doenças em campo e casa de vegetação**. 2010. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília / Departamento de Fitopatologia, Brasília – DF, 2010.

CAPÍTULO 19

AVALIAÇÃO DO TEOR DE MACRO NUTRIENTES DE DUAS VARIEDADES DE MANÁ CUBIU

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 23/04/2021

Ana Beatriz Silva Araújo
Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8022340352011407

Nádjla Miranda Vilela Goulart
Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/9268374635756096

Filipe Almendagna Rodrigues
Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/4253354436231605

Elisângela Elena Nunes Carvalho
Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/5775535112730351

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
Universidade Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/6391481513190883

RESUMO: Maná cubiu (*Solanum sessiliflorum*) é uma fruta exótica nativa da Amazônia pertencente à família Solanaceae que apresenta propriedades nutricionais e medicinais. O objetivo deste estudo foi caracterizar os frutos das variedades Thais e Santa Luzia. Foram determinados os teores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibras solúveis e insolúveis e resíduo mineral fixo. Observou-se elevado teor de umidade e fibras, baixo conteúdo de lipídios e resíduo mineral. Os teores de proteína e de extrato não nitrogenado foram maiores na variedade Thais. Todos os parâmetros avaliados foram semelhantes aos já relatados em estudos anteriores.

PALAVRAS - CHAVE: *Solanum sessiliflorum*. Frutos da Amazônia. Composição Nutricional.

EVALUATION OF THE MACRO NUTRIENT CONTENT OF TWO VARIETIES OF MANNA CUBIU

ABSTRACT: Maná cubiu (*Solanum sessiliflorum*) is an exotic fruit native to the Amazon belonging to the Solanaceae family that has nutritional and medicinal properties. The objective of this study was to characterize the fruit of the Thais and Santa Luzia varieties. The contents of moisture, ether extract, crude protein, soluble and insoluble fiber and fixed mineral residue were determined. It was observed a high content of moisture and fiber, low content of lipids and mineral residue. The protein and non-nitrogenous extract contents were higher in the Thais variety. All parameters evaluated were similar to those already reported in previous studies.

KEYWORDS: *Solanum sessiliflorum*. Amazonian fruits. Nutritional composition.

1 | INTRODUÇÃO

O Maná Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) é uma planta nativa da Amazônia Ocidental, pertencente à família Solanaceae, presente em toda a Amazônia Brasileira, Peruana

e Colombiana. Outras espécies desta família são extremamente importantes para a alimentação de populações, incluindo tomate (*Solanum lycopersicum*), batata (*Solanum tuberosum* L.), berinjela (*Solanum melongena* L.) e pimenta (*Capsicum* spp). De sabor e aroma agradáveis, os frutos são consumidos *in natura* ou, na forma de saladas, sucos, doces, geleias, compotas e tempero de peixe e carnes (YUYAMA et al., 2007; SERENO et al., 2018).

O fruto tem características nutricionais e medicinais devido ao princípio ativo de niacina, que desempenha um papel na defesa celular, além de ser rico em fibras, fósforo, ferro, potássio, vitamina C e pectina (SILVA FILHO et. al, 2005). Possui propriedades antioxidantes atribuídas à presença de carotenoides e compostos fenólicos em sua composição (RODRIGUES; MARIUTTI; MERCADANTE et. al, 2013).

Seu valor bioativo está relacionado à sua atividade antioxidante, com potenciais efeitos benéficos sobre a saúde. No campo do desenvolvimento de novos produtos, o maná cubiu é de grande potencial devido às suas propriedades sensoriais, nutricionais e funcionais (CARDONA-JARAMILLO et. al, 2011).

É considerada uma fruta exótica e nutritiva, com sabor entre um limão e um tomate. É altamente variável em termos de forma, tamanho, peso e composição nutricional (AGUDELO et. al, 2016). No processo de maturação, o fruto vai do verde ao vermelho, passando pelo amarelo e o laranja. Três variedades já foram identificadas: Santa Luzia (redondo), Thaís (comprido) e Mosquet (estrelado) (REGIONAL AGRÍCOLA 2002).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os frutos do Maná cubiu (*S. sessiliflorum*) de duas variedades: Thais e Santa Luzia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de Maná Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) foram coletados em um canteiro localizado no Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós Colheita de Frutas e Hortaliças. Primeiramente foi realizada a seleção visual dos frutos, quanto à integridade, ausência de defeitos e estágio de maturação, para o presente estudo, foram utilizados frutos em estádio de maturação maduro. Posteriormente os mesmos foram lavados, em água corrente, para a retirada das sujidades. As análises foram realizadas no Laboratório de Química Bioquímica e Análise de Alimentos, localizado no Departamento de Ciência dos Alimentos.



Figura 1: Foto dos frutos da variedade Santa Luzia e Thais.

Fonte: Dos autores (2019).

A composição centesimal foi realizada, conforme métodos propostos pela AOAC (2012). O teor de umidade foi determinado utilizando o Medidor de Umidade Halógeno IV 3000, utilizando o mesmo procedimento para analisar farinha de soja, à 120º por 9 minutos. Para a determinação do teor de lipídeos foi feita extração em aparelho Soxhlet, utilizando éter etílico como solvente. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, considerando-se o fator de conversão para proteína de 6,25. As fibras solúveis e insolúveis foram determinadas por método gravimétrico-enzimático com utilização de enzimas (α-amilase, protease e amiloglicosidase). A determinação de resíduo mineral fixo foi realizada pelo método gravimétrico de incineração, em forno mufla a 550ºC. O teor de extrato não nitrogenado (ENN) foi calculado por diferença, por meio da equação 1. Os resultados das análises de composição centesimal foram expressos em g.100g-1.

Equação 1. ENN = 100 – (umidade+ lipídeos+ proteínas + fibra + resíduo mineral)

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as variedades, os frutos apresentaram elevado teor de umidade (Tabela 1). A quantidade de água presente em um alimento é fundamental na estabilidade microbiológica e enzimática dos frutos, assim como no desempenho tecnológico e sua durabilidade no armazenamento. O alto conteúdo de água nos frutos também é uma vantagem sensorial, já que frutas suculentas, em geral, possuem boa aceitação (SIQUEIRA et al., 2017).

Parâmetros na Matéria Integral	Variedade Santa Luzia	Variedade Thais
Umidade (g.100g-1)	89,61±0,09	89,10±0,97
Extrato Etéreo (g.100g-1)	0,59±0,12	0,53±0,04
Proteína Bruta (g.100g-1)	0,91±0,05	1,25±0,08
Fibra Solúvel (g.100g-1)	4,66±0,05	2,35±0,05
Fibra Insolúvel (g.100g-1)	2,76±0,05	2,94±0,05

Resíduo Mineral (g.100g-1)	0,63±0,01	0,65±0,01
Extrato Não Nitrogenado (g.100g-1)	0,84±0,01	3,18±0,90

Valores correspondentes as médias ±desvio padrão

Tabela 1: Valores médios referentes à composição centesimal de Maná Cubiu.

Fonte: Dos Autores (2019).

O conteúdo lipídico encontrado nos frutos foi baixo (Tabela 1). Bramont et al. (2018) relataram que os lipídeos compreendem menos de 1% da maioria dos frutos e hortaliças, confirmando os resultados apresentados. Em relação ao percentual proteico, a variedade Thais apresentou maior quantidade de proteína, em relação a variedade Santa Luzia (Tabela 1).

A fração total de fibra alimentar foi de 7,42% para a variedade Santa Luzia e 5,29% para a variedade Thais. Do ponto de vista nutricional, a ingestão de fibras na dieta está associada a uma redução significativa nos níveis glicêmicos, pressão arterial e lipídios séricos, assim como também na redução de doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes e neoplasia de cólon (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). Logo, o consumo de maná cubiu possa vir a contribuir para a melhora do estado nutricional da população.

Os frutos apresentaram teor de resíduo mineral semelhante para as duas variedades (Tabela 1), assim como verificado por Pires et al. (2006) que encontraram 0,77%. Em comparação com outros frutos solanáceos maduros, os frutos de maná cubiu apresentaram teor semelhante de cinzas (UNICAMP, 2006).

O teor estimado de carboidratos totais (extrato não nitrogenado) foi maior na variedade Thais, comparado a variedade Santa Luzia (Tabela 1), o que pode ser explicado pelas diferentes condições de clima e solo utilizadas no cultivo dos frutos, portanto, podem ser indicadores de diferença para as etnovariedades.

4 I CONCLUSÃO

Frutas são consideradas fontes complementares de macronutrientes e micronutrientes para a alimentação e uma dieta equilibrada. Por se tratar de um fruto pouco difundido sua caracterização é essencial para apresentar suas propriedades e benefícios e assim expandir seu mercado tanto como fruto in natura quanto por seus derivados como polpas e geleias.

AGRADECIMENTOS

As instituições de fomento CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo aporte financeiro, sem o qual não seria possível a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

AGUDELO, C.; IGUAL, M.; MORAGA, G.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. **Implication of water activity on the bioactive compounds and physical properties of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) chips.** Food and Bioprocess Technology, 2016. pg. 161-171.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry*.* **Official methods of analysis**,19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p

BERNAUD, F.S.R; RODRIGUES, T.C. **Fibra Alimentar- Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v.57,n.6, 2013. pg 397-405

BRAMONT, W. B.; LEAL, I. L.; UMSZA-GUEZ, M. A.; GUEDES, A. S.; ALVES, S. C. O.; REIS, J. H. O.; BARBOSA, J. D. V.; MACHADO, B. A. S. **Comparação da Composição Centesimal, Mineral e Fitoquímica de Polpas e Cascas de Dez Diferentes Frutas**. Revista Virtual de Química, v.10, n.4, 2018. pg 811-823

CARDONA-JARAMILLO, J. **Estudio de metabolitos fijos e voláteis em três morfotipos de cocona** (**Solanum sessillioflorum Dunal) procedentes do departamento de Guaviare.** (Tese de graduação para o título de Mestrado em Ciência-Química). Colômbia: UNAL, 2011.

PIRES, A. M. B.; SILVA, P. S.; NARDELLI, P. M.; GOMES, J. C.; RAMOS, A. M. **Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*).** Rev. Ceres, Viçosa, v. 53, n. 307, 2006. p. 309-316, mai./ jun.

RODRIGUES, E.; MARIUTTI, L. R. B.; MERCADANTE, A. Z. **Carotenoids and phenolic compounds from Solanum sessiliflorum, an unexploited Amazonian fruit, and their scavenging capacities against reactive oxygen and nitrogen species.** J. Agric. Food Chem., 61, 2013. pg 3022–3029.

REGIONAL AGRÍCOLA ONLINE. **Fruta amazônica surge como nova alternativa aos produtores do Vale.** Edição nº 19, Dezembro, 2002. Disponível em: <http://www.rgt.matrix.com.br/jornaljr/agricola/agricola30.html>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

SERENO, A.B.; BAMPI, M.; SANTOS, I.E. DOS; FERREIRA, S.M.F.; BERTIN, R.L.; KRUGER, C.C.H. **Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit.** Journal of Food Composition and Analysis, v.72, 2018. pg 32-38.

SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, M. C.; MARTINS, L. H. P. **Caracterização e avaliação do potencial agronômico e nutricional de etnovariedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia.** Acta Amazônica, v.35, 2005. p.399-406.

SIQUEIRA, A.P.S.; OLIVEIRA, J. de O.; JUNIOR, D.R.M; LOURENÇO, M.F de C. **Chemical characterization and antioxidant capacity of Guapeva.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 39, 2017. pg 1-4.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. Versão 2. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2006.

YUYAMA, L.K.O; MACEDO, S.H.M.; AGUIAR, J.P.L.; FILHO, D.S.; YUYAMA, K.; FÁVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B.A. **Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas etnovariedades de cubiu (Solanum sessiliflorum Dunal).** Acta Amazonica**,** v.37, n.3, 2007. pg 425-430

CAPÍTULO 20

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE MANTEIGA *GHEE* COMERCIALIZADA NA CIDADE DE NATAL/ RN

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 09/07/2021

Michele Dantas
IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/2665882675733293

Uliana Karina Lopes de Medeiros
Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Especialização de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Currais Novos – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6076647346647152

RESUMO: Algumas regiões do Brasil, mais comumente na região nordeste é possível encontrar um tipo peculiar de manteiga, onde apesar de ser derivado do leite de vaca, este produto não possui lactose. O presente trabalho busca revisar a rotulagem de 3 marcas de manteiga *ghee* do mercado local sendo elas produzidas em regiões diferentes do nordeste brasileiro, confrontando-as com as mais atuais normas de rotulagem brasileira, tais quais RDC Nº 429/2020 e IN Nº 75/2020, ao qual os percentuais dos valores diários de referência passam por redimensionamento através de regra de três.

PALAVRAS - CHAVE: Manteiga *ghee;* rotulagem; legislação.

EVALUATION OF LABELING OF *GHEE* BUTTER SOLD IN CITY OF NATAL/RN

ABSTRACT: In some regions of Brazil, more commonly in the northeastern region, it is possible to find a peculiar type of butter, where despite being derived from cow's milk, this product does not contain lactose. The present work seeks to revise the labeling of 3 *ghee* butter brands in the local market, being produced in different regions of northeastern Brazil, comparing them with the most current Brazilian labeling standards, such as RDC Nº 429/2020 and IN Nº 75 / 2020, to which the percentages of daily reference values undergo scaling through a rule of three.

KEYWORDS: *Ghee* butter; Labeling; Legislation.

1 I INTRODUÇÃO

Sabe-se que o processamento de produtos de origem animal é de suma importância para algumas regiões do Brasil, principalmente na região Nordeste em que muitas famílias têm como subsistência a produção de leite. Nesse contexto, há o surgimento de muitos derivados, dentre os quais a produção da manteiga *ghee*, um produto obtido da gordura do leite de vaca. Apesar de estar em alta nos dias atuais, a manteiga *ghee* tem sua origem há séculos atrás.

Segundo Mortensen (2011), *ghee* é o nome usado na Índia para uma variedade de produtos a partir de gordura do leite de vaca ou de búfala por métodos que podem ser rastreados até os tempos antigos. No Oriente Médio e na África são usados leite de cabra,

ovelha ou camelo.

Segundo Farrington (1999), a manteiga *ghee* na índia é utilizado em cultos sagrados em que se constrói um altar de fogo portátil que contém madeira, manteiga pura ou *ghee.*

Apesar de existirem várias aplicações para esta manteiga, a principal delas é a culinária, frituras, temperos ou coberturas. Também é utilizado na fabricação de salgadinhos e doces. Pode ser mencionado também, que a *ghee*, é usado na filosofia Ayurveda, que é um sistema de medicina tradicional desenvolvido na Índia há milhares de anos e atualmente praticado em outras partes do mundo como medicina alternativa (MORTENSEN, 2011)

Nesse contexto, segundo Martins et al. (2020), essa medicina sugere que o consumo de manteiga *ghee* aumente a absorção dos seus nutrientes trazendo benefícios auxiliando no tratamento de diversas doenças dentre as quais doenças de pele, oculares, respiratórias, alergias, ulceras, diminuição de colesterol no sangue. Tem ação anti-carcinogênica, anti-inflamatória, auxilia na perda de peso uma vez que aumenta a sensação de saciedade.

Segundo escreveu Martins et al. (2020), a manteiga *ghee* é conhecida por manteiga de clarificada se assemelhando fisicamente com outros produtos que são fabricados no Brasil, tais quais manteiga de garrafa ou manteiga da terra e *butter oil*, no entanto os processos de fabricação diferem quanto ao uso do tempo e temperatura, o que conferem à *ghee* cor, sabor e aroma característicos.

1.1 Legislação Nacional

Segundo, Brasil (1996), a definição de gordura anidra de leite (ou *Butter oil*), é o produto gorduroso obtido a partir de creme ou manteiga pela eliminação quase total de água e sólidos não gordurosos, mediante processos tecnologicamente adequados.

A ausência de uma legislação brasileira era fato, quando se tratava de manteiga *ghee*, a ancora usada para reportar a esse produto era a portaria nº 146 de 1996 do Ministério da Agricultura para gordura anidra "*butteroil*" é a que mais se enquadrava no produto em estudo. O anexo VIII desta portaria trás o padrão de identidade e qualidade de gordura anidra de leite ou "*butteroil"*, para consumo humano.

Segundo Brasil (1996), a gordura anidra (ou *butter oil*), o produto deverá conter no mínimo 99,7% de matéria gorda e no máximo 0,2% de umidade (g/100g de amostra), máximo de 0,4% de acidez da gordura (g de ácido oleico/ 100g de gordura) e no máximo 0,35% de índice de peróxido (meq O_2/kg de matéria gorda).

Com a crescente procura por parte dos empresários, para registro da manteiga *ghee*, no Brasil, foi que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, publicou um Memorando Circular nº 06/2016/DREC/CFIC-CGI-Dipoa/SDA/MAPA, que padroniza o registro deste produto junto ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem animal – DIPOA, sendo assim passa a ser permitido o uso da denominação "*ghee*", no painel do rótulo.

Após a publicação deste memorando circular, ficou acordado que a manteiga *ghee*,

que antes tinha características similares a *butter oil* e manteiga de garrafa ou manteiga da terra, não utilizem essas designações, por se tratarem de produtos distintos.

Desta feita, o *Codex Alimentarius* (2018), passa a ser a norma de referência para definição da composição, denominação e fatores de qualidade do produto. Cujo os parâmetros para manteiga *ghee* são determinados por no mínimo de 99,6% de matéria gorda e não estabelece um limite para umidade (g/100g de amostra)

É possível observar nesta norma que a *ghee* é um produto obtido exclusivamente a partir de leite, nata ou manteiga, por meio de processos que resultam em remoção quase total de água e sólidos não gordurosos, com sabor e estrutura física especialmente desenvolvidos.

1.2 Legislação Internacional

Já a legislação americana, através da USDA - *United States Department of Agriculture*, escreveu especificações sobre a manteiga *ghee* em outubro de 1993, em que padroniza processo de fabricação e padrão de identidade e qualidade, onde, o produto acabado deve atender o limite mínimo de 99,6% de gordura do leite, um máximo de 0,3% de umidade, um máximo de 0,3% de ácidos graxos livres (expresso como ácido oleico) e valor de peróxico não superior à 0,3% medidos em meq O_2/ kg matéria gorda.

1.3 Compostos Alergênicos

As diferenças entre a manteiga *ghee* e as demais manteigas com características próximas a mesma, vão além dos processos tecnológicos. Apesar de a *ghee* não possuir um regulamento técnico de identidade e qualidade no Brasil, as normas internacionais, como por exemplo a USDA, garante um padrão não inferior de 99,6% (m/m) de gordura, além baixíssima umidade, contra, por exemplo, o padrão de identidade da manteiga de garrafa que é de 80% (m/m) de gordura. O que aumenta a possibilidade de encontrar neste produto vestígios de substâncias alergênicas encontradas no leite, tais quais, caseína e lactose. Desta forma é possível que uma pessoa consuma manteiga *ghee* e não sofra as consequências que a sensibilidade causada por esses componentes.

Segundo Batista et al. (2018), o principal carboidrato encontrado no leite é a lactose. É um dissacarídeo composto por dois monossacarídeos, glicose e galactose. Quando um indivíduo perde a capacidade de hidrolisar a lactose em glicose e galactose, é sinal de que houve a redução da atividade enzimática da lactase, resultando no que se chama de intolerância a lactose.

Quando não digerida pelo intestino delgado, a lactose é fermentada no cólon, ocorrendo a produção de gases, pelas bactérias do intestino, provocando problemas gástricos, tais quais, desconfortos, náuseas, cólicas, flatulências, diarreia, inchaço, dores abdominais. Estes sintomas são observados 30 minutos ou até 2 horas, após a ingestão de alimentos contendo lactose (BATISTA et al., 2018).

Segundo Biz (2018), os intolerantes a lactose, são extremamente beneficiados ao consumir a manteiga *ghee*. “Uma vez que todos os componentes sólidos são eliminados durante o processo de fabricação”. É o que confirma a nutricionista Clarissa Hiwatashi Fujiwara da Associação Brasileira para Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (Abeso).

1.4 Mercado da Manteiga *GHEE*

Segundo Martins et al. (2020), a manteiga *ghee* vem ganhando destaque na economia mundial, estudos mostram que antes da pandemia do novo corona vírus COVID-19, o produto possuía venda promissora, e seu faturamento global girava em torno de $1,57 bilhões de dólares em 2019. Mundialmente a região da Ásia-pacífico, destaca-se como o principal consumidor, sendo os países: Paquistão, China e Índia, sendo este o maior produtor de manteiga *ghee*. Vale ressaltar que a Europa preocupada com a saudabilidade, destacou-se pelo maior crescimento regional, contudo a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), levantou um dado de que ouve uma queda na oferta, no preço e consumo de alguns alimentos, impactando negativamente o mercado de *ghee* nas regiões da Europa diante da crise vivenciada pela pandemia do COVID-19.

Ainda segundo o mesmo autor, a pandemia do COVID-19 no Brasil, não influenciou no consumo de leite e derivados lácteos, uma vez não houve a quebra na cadeia de suprimento deste segmento o que pode ter amortizado os impactos sobre o mercado brasileiro de *ghee*, frente outras regiões do mundo, em que tiveram interrupção da cadeia produtiva.

Os consumidores estão cada vez mais envolvidos no conceito de consumo de produtos saudáveis com imersão em dietas restritivas que atendam pessoas com intolerâncias à lactose, diabéticos, hipertensos e celíacos. Para tanto o mercado está cheio de possibilidades de novos produtos.

1.5 Processo de Fabricação da Manteiga *Ghee*

O processo de fabricação e obtenção da manteiga *ghee* se dá pelo desnate do leite, através de uma desnatadeira, que por rotação e força centrífuga, separa a parte gordurosa do leite da parte liquida. Segundo Martins et al. (2020), a nata, matéria prima principal no processamento, é pasteurizada com 95ºC por 30 segundos com posterior redução de temperatura para 13ºC, em freezer, onde é feito o congelamento do creme.

Segundo Ambrósio, Guerra e Mancini Filho (2001), o creme congelado, é então adicionado em uma batedeira para que possa, através do batimento, extrair a “sabonata”. Feito isso a manteiga recebe um percentual de 2% de NaCl em que é homogeneizado elevado ao tacho de alumínio em que ocorre a fusão da manteiga em temperatura que variam entre 100 e 103ºC, evaporando o residual de água e decantando partículas sobrenadantes que o autor supracitado, chamada de “borra”.

Por fim, a manteiga sobrenadante de cor levemente amarelada, de cheiro

característico, não rançoso, isento de sabores e/ ou odores estranhos ou desagradáveis, é filtrada com auxílio de um tecido fino e armazenada em um recipiente de preferência de cor âmbar, contendo informações de rotulagens em conformidade com a legislação vigente conforme a tabela 1.

A figura a seguir, ilustra o fluxograma do processo de obtenção da manteiga *ghee*. Segundo Ambrósio, Guerra e Mancini Filho (2001), é possível entender de uma maneira clara as etapas fundamentais para que haja a separação da água e os sólidos, da gordura do leite, na fabricação deste produto.

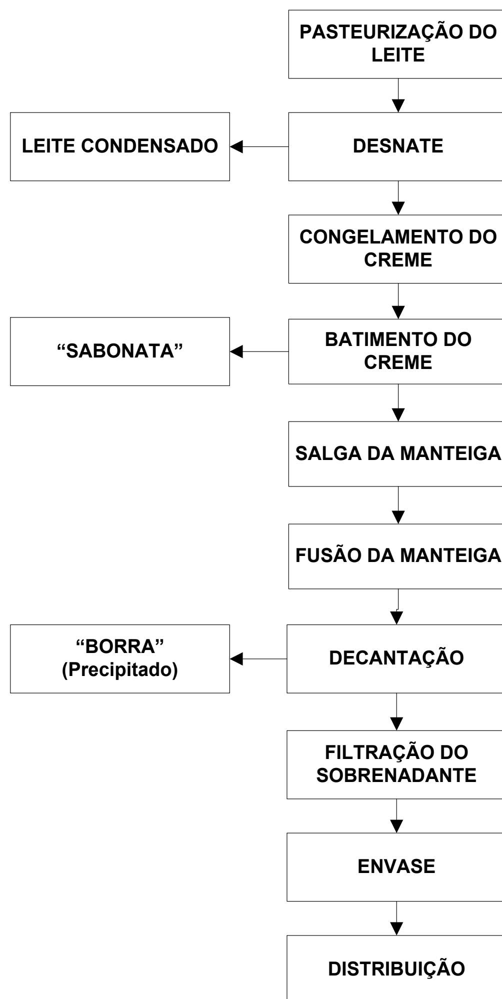


Figura 1 – fluxograma de obtenção de manteiga *ghee*.

Fonte: Elaborado pelas autoras

2 I METODOLOGIA

2.1 Revisão de Rotulagem das Amostras de Mercado

Foi feito um levantamento das principais marcas de manteigas *ghee*, comercializadas na cidade de Natal/RN e região metropolitana e foram escolhidas 3 marcas, ao qual tiveram seus rótulos analisados e comparados com as legislações para saber se estão em conformidade com o padrão exigido pela norma.

Os principais aspectos destes produtos a serem analisados se basearam no memorando Circular do DIPOA – 06/2016 ao qual estabelece regras quanto aos dizeres de rotulagem, voltados unicamente para manteiga *ghee*, além desta norma são analisados aspectos gerais de rotulagem baseados na RDC Nº 429 de 08 de Outubro de 2020, se aplica aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação. A Instrução Normativa - IN nº 75 de 08 de Outubro de 2020, estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, além dessas normas ligadas a rotulagem de alimentos.

LEGISLAÇÃO	ÓRGÃO FISCALIZADOR	ESPECIFICAÇÃO
INSTRUÇÃO NORMATIVA-IN Nº 75/2020	Anvisa	Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados
RDC Nº 429/2020	Anvisa	Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.
Memorando Circular 06/2016/ DREC/CFIC-CGI-Dipoa/SDA/ MAPA	Mapa	Padroniza o registro do produto (manteiga *ghee*) junto ao DIPOA.
Portaria 157/2002	Inmetro	Estabelece a forma de expressar a indicação quantitativa do conteúdo líquido dos produtos pré medidos.
Portaria 146/1996	Mapa	Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos

Tabela 01 - Levantamento das legislações usadas na análise de rotulagem da manteiga *ghee*.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Nesse contexto de análise de rotulagem foram escolhidas 3 marcas de manteiga *ghee* produzidas em diversas partes do nordeste brasileiro, pudendo serem encontradas no mercado local, em boutiques e lojas de produtos naturais.

Os rótulos foram analisados à luz da legislação brasileira vigente, e os parâmetros que tiveram maior foco foram os percentuais de valores diários (%VD), segundo Brasil, (2020) e demais informações padrões tal como tamanho de letras, padrão de descrição de

unidades de medidas e informações de rotulagem.

A tabela a seguir demonstra o local de fabricação de cada amostra de manteiga *ghee*, bem como aparência do produto no momento de aquisição no ponto de venda, conteúdo líquido e o preço unitário de venda.

Amostra	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Local de fabricação	Natal/ RN	Recife/ PE	Eusébio/ CE
Aparência do produto	Pastoso, cor amarelo escuro e com pontos levemente amarronzados no fundo.	Pastoso, cor amarelo claro e com homogeneidade.	Pastoso, cor amarelo claro e com homogeneidade.
Quantidade em g	190	200	200
Preço unitário	R$ 22,00	R$ 31,00	R$ 26,00

Tabela 02 – Tabela de características gerais das amostras de manteiga *ghee*.

Fonte: Elaborado pelas autoras

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

É possível destacar que as três amostras de manteiga *ghee* apresentam em seus rótulos a lista de ingredientes, no entanto, essa informação é desnecessária quando se trata de alimentos com apenas um ingrediente, segundo Brasil (2002).

Segundo esta mesma RDC acima citada, a amostra 2, mostra em seu rótulo informações consideradas inapropriadas, por indicar propriedades medicinais ou terapêuticas, uma vez que cita e que sugere o uso na culinária da medicina Ayurvédica, ao qual priorizam o consumo de alimentos que curam e previnem doenças, as demais amostras não apresentaram esse tipo de sugestão.

Nas amostras 1 e 3 é possível observar que a unidade dimensional de gramas está descrita em letra maiúscula, onde a IN nº 75/ 2020 ANVISA, recomenda que seja utilizada a letra minúscula para representar essa dimensão (g). Já na amostra 2 foi possível observar que a expressão “tabela nutricional”, foi usada de maneira equivocada, uma vez que a RDC nº 429/2020 Anvisa, recomenda que seja escrito “informação nutricional”.

Quanto à formatação da tabela de informação nutricional, as amostras 1 e 3 não atendem os requisitos da legislação RDC nº429/2020 Anvisa, pois segundo o Art. 21, a referida tabela deve ter fundo 100% branco, e impressão de cor preta.

Quanto aos percentuais de valores diários - %VD, foram refeitos à luz da IN nº 75/2020 Anvisa, e observou-se os seguintes dados tabelados a seguir

AMOSTRA 1				
Rotulagem atual		Revisão RDC nº429/2020 - IN nº 75/2020		Observação
porção de 5G (1 colher de chá)		porção de 10g (1 colher de sopa)		O tamanho da porção da manteiga segundo ao IN 75 é de 10g que representa 1 colher de sopa de manteiga. Outro fator é a dimensão da unidade grama que deve ser escrita "g".
Quantidade por porção	%VD	Quantidade por porção	%VD	
Valor energético: 45kcal	2	Valor energético: 45kcal - 188kJ	2	O valor do percentual de VD encontrado está correto. No entanto foi encontrado o valor energético em kJ pois não havia no rótulo.
Carboidrato: 1G	**	Carboidrato: 1g	**	O valor do percentual encontrado foi de 0,33%, no entanto pela regra de arredondamento considera-se 0% ou não significativa. Além disso, a unidade dimensional em gramas está escrita com letra maiúscula "G" devendo ser escrita da seguinte forma "g".
Proteínas: 1G	**	Proteínas: 1g	2	O valor do percentual encontrado foi de 2%. Outra observação é que a unidade dimensional em gramas está escrita com letra maiúscula "G" devendo ser escrita da seguinte forma "g".
Gorduras totais: 4,9G	9	Gorduras totais: 4,9g	8	O novo valor encontrado foi de 7,53% e obrigatoriamente arredodado para 8%. Além disso, a unidade dimensional em gramas está escrita com letra maiúscula "G" devendo ser escrita da seguinte forma "g".
“não contém quantidades significativas de proteínas, carboidratos, gorduras trans, gordura saturada, fibra alimentar e sódio”		“não contém quantidades significativas de gorduras trans, gordura saturada, fibra alimentar e sódio”		Apesar de declarar que não tem quantidade sugnificativas de carboidratos, proteinas, a própria tabela de informação nutricional informa a quantidade, havendo um antagonismo nas informações.

Tabela 3 – Tabela com as correções da tabela de informações nutricionais da mostra1.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os principais pontos relevantes na amostra 1 é possível destacar que o tamanho da medida caseira, para manteiga deve ser de 10g ou aproximadamente, 1 colher sopa, no entanto, o rótulo apresenta 5g. O valor de referência, passou por atualização, e foram recalculados os percentuais de valores diários (%VD). Outro ponto importante, é que a unidade dimensional de gramas está descrita em letra maiúscula, onde deveria estar escrito em letra minúscula “g”. Além disso, não há a informação da quantidade de calorias em kJ, apenas em Kcal.

Os caracteres e linhas também estão em desacordo com a RDC nº 429/2020, onde devem ser 100% brancas com fundo preto, na tabela de informação nutricional.

A expressão que precede a indicação quantitativa “PESO LÍQUIDO”, não está escrita de maneira visível ou inexistente (INMETRO, 2002)

AMOSTRA 2				
Rotulagem atual		Revisão RDC nº429/2020 - IN nº 75/2020		Observação
porção de 8g (2 colheres de chá cheias)		porção de 10g (1 colher de sopa)		O tamanho da porção da manteiga segundo ao IN 75 é de 10g que representa 1 colher de sopa de manteiga. Outro fator é a dimensão da unidade grama que deve ser escrita "g".
Quantidade por porção	%VD	Quantidade por porção	%VD	
Valor energético: 71kcal	3,55	Valor energético: 71kcal - 297 kJ	4	o valor do percentual encontrado foi de 3,55% mas obrigatoriamente foi arredondado para 4%. Outro fator observado foi que não há no rótulo a quantidade de calorias em kJ.
Gordura total: 7,97g	4,38	Gordura total: 7,97g	12	o valor do percentual encontrado foi de 12,26% mas obrigatoriamente foi arredondado para 12%.
Gordura saturada: 4,92g	22,36	Gordura saturada: 4,8g	25	O novo valor encontrado foi de 24,6%, mas o mesmo foi arredondado.
Gordura monoinsaturada: 2,04g	**	Gordura monoinsaturada: 2,04g	10	O valor encontrado foi de 10,2%, levando em consideração que o VDR é de 20g.
Gordura poli-insaturada: 0,12g	**	Gordura poli-insaturada: 0,12g	1	O valor encontrado foi de 0,6%, levando em consideração que o VDR é de 20g.
Ômega 3: 70mg	1,40	Ômega 3: 70mg	2	Levando em consideralção que o IDR é de 4000mg
Ômega 6: 152mg	4,40	Ômega 6: 0,152g	1	Levando em consideralção que o IDR é de 18g, outro ponto foi o uso da unidade usada na quantidade de ômega 6, estava em "mg" e não em "g".
Ômega 9: 70mg	1,40			não há referencia de IDR do ômega 9 na IN nº 75/2020
Colesterol: 16mg	5,33	Colesterol: 16mg	5	o valor encontrado está correto, no entando não foi aplicada a regra de arredondamento.
Cálcio: 3,5mg	0,35	Cálcio: 3,5mg	**	Aplicando ao regra de arredondamento para %VD este mineral deve entrar pelo **VD não estabelecido.
Vitamina D: 0,14µg	2,80	Vitamina D: 0,00014mg	**	O valor encontrado é infinitamente pequeno, por isso deve ser apresentado como **VD não estabelecido, cumprindo a regra de arredondamento. Além disso, deve ser corrigido a unidade da quantidade para "mg" e não "µg", sendo assim, a quantidade deve ser considerada 0mg uma vez que a IN 75, não cita quarta e quinta casa decimal.
Vitamina A: 92µg	15	Vitamina A: 0,092mg	**	O valor encontrado foi de 0,0115%, por isso esse valor é considerado 0%, além disso a unidade da quantidade deve ser em "mg" e não "µg"
Vitamina E: 13µg	8	Vitamina E: 0,013mg	**	O valor encontrado foi de 0,086%, por isso esse valor é considerado 0% ou %VD não estabelecido, além disso a unidade da quantidade deve ser em "mg" e não "µg".
Vitamina K: 1µg	1,00	Vitamina K: 0,001mg	**	O valor encontrado foi de 0,086%, por isso esse valor é considerado 0% ou %VD não estabelecido, além disso a unidade da quantidade deve ser em "mg" e não "µg" .
Informação Nutricional Complementar		"não contém quantidades significativas de proteínas, carboidratos, gorduras trans, fibra alimentar e sódio"		Esta informação deverá resumir os constituintes presentes em quantidades não significativas.

Tabela 4 – Tabela com as correções da tabela de informações nutricionais da Amostra 2.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Na amostra 2 é possível observar que o nome "tabela nutricional" foi usado para designar "informação nutricional", o que não é possível, além disso, a porção foi usada erroneamente com duas colheres de chá cheias, onde deveria ser 10g (1 colher de sopa). Foi realizada ainda a atualização dos valores de referência para cálculo do percentual de valores diários (%VD), onde muitos deles foram considerados valores diários não estabelecidos. Nesta revisão foi possível determinar que a quantidade de vitamina D é insignificante, neste caso deverá ser removida da tabela de informação nutricional. Foi observado também, que as quantidades de alguns constituintes estavam com a dimensão em "μg" onde deveriam ser escritos em "mg".

Os percentuais de valores diários (%VD) observados na rotulagem estavam, em sua maioria, em números decimais, e além de ter sido recalculado, foi colocado em prática a regra de arredondamento para %VD.

O valor energético expresso em kJ, foi calculado a partir da quantidade de energia expressa por kcal, quando multiplica-se o valor encontrado na tabela por 4,182 resulta em 297kcal.

A tabela de informação nutricional deverá ser adequada à RDC nº 429/2020, onde caracteres e linhas de cor 100% brancas com fundo preto, na tabela de informação nutricional.

AMOSTRA 3				
Rotulagem atual		**Revisão RDC nº429/2020 - IN nº 75/2020**		**Observação**
porção de 10g (1 colher de sopa)		**porção de 10g (1 colher de sopa)**		O tamanho da porção desta amostra está correta.
Quantidade por porção	**%VD**	**Quantidade por porção**	**%VD**	
Valor energético: 75kcal - 315 kJ	4	Valor energético: 75kcal - 315 kJ	4	o valor do percentual encontrado foi de 3,75% mas obrigatoriamente foi arredondado para 4%.
Gordura total: 8,3g	15	Gordura total: 8,3g	13	o valor do percentual encontrado foi de 12,8% mas obrigatoriamente foi arredondado para 13%.
Gordura saturada: 4,8g	22	Gordura saturada: 4,8g	24	O novo valor encontrado foi de 24%
Não há a Informação nutricional complementar.		"não contém quantidades significativas de carboidratos, proteínas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio"		Esta informação deverá resumir os constituintes presentes em quantidades não significativas.

Tabela 5 – Tabela com as correções da tabela de informações nutricionais da Amostra 3.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A amostra 3 foi analisada e foi observado que a porção está coerente com a norma, mas apesar disto, foi feita a atualização dos valores de referência para cálculo dos percentuais de valores diários (%VD), o que precisou fazer a correção diante da tabela acima para os valores de gordura total e gordura saturada.

4 | CONCLUSÃO

As amostras tiveram seus rótulos avaliados, baseados na nova legislação para rotulagem de alimentos embalados, onde foi possível verificar que todos tiveram alterações a serem realizadas conforme estão descritas nas tabelas 3, 4 e 5, ao qual estavam fora dos padrões da legislação em vigor. Vale ressaltar que das 3 amostras, apenas 1 amostra não possuía registro no MAPA ou órgão de inspeção de produtos de origem animal municipal ou estadual. Foi encontrada uma baixa quantidade de artigos acadêmicos relacionadas ao tema de rotulagem da manteiga *ghee*, o que dificultou a busca de assuntos específicos nesta temática.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, C. L. B., GUERRA, N. B., MANCINI FILHO, J. **Características de identidade, qualidade e estabilidade da manteiga de garrafa. Parte i** – características de identidade e qualidade. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 21(3): 314-320, set./dez. 2001. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/cta/a/jfGGShWS7bh4YC8Kb5TDDjp/?lang=pt>. Acesso em: 23/02/2021.

BATISTA, R. A. B. *et* al**. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. Ciência & Saúde Coletiva**, 23(12):4119-4128, 2018. Disponível em: < https://www.scielo.br/pdf/csc/v23n12/1413-8123-csc-23-12-4119.pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.

BIZ, M. **Manteiga *ghee*: vale apostar nos seus benefícios? Veja** Saúde. 30 out 2018. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/alimentacao/manteiga-ghee-vale-apostar/#:~:text=Saiba>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 146 de 7 de mar. 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 de março de 1996.Disponível em: < https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-mapa-146-de-07-03-1996,669.html>. Acesso em: 17/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 429**, de 8 out. 2020. Disponível em: < https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>. Acesso em: 28/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa- IN Nº 75,** de 8 out. 2020. Disponível em: < https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>. Acesso em: 15/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC Nº 135, De 8 De Fevereiro De 2017**. Altera a Portaria SVS/MS nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794561/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-135-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794490>. Acesso em: 17/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC Nº 259, de 20 set. 2002**. Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Disponível em:< https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html>. Acesso em: 15/02/2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Memorando **Circular 06/2016/DREC/CFIC-CGI-Dipoa/SDA/MAPA**. Disponível em: < https://www.milknet.com.br/mapa-publica-instrucoes-para-registro-de-produto-ghee/>. Acesso em: 17/04/2021.

CODEX ALIMENTARIUS. **Standard for milkfat products. CXS 280-1973**. Adopted in 1973. Revised in 1999. Amended in 2006, 2010, 2018. Disponível em: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B280-1973%252FCXS_280e.pdf. Acesso em: 16/03/2021.

FARRINGTON, K. **História ilustrada da religião: o Hinduísmo.1**. ed. Manole Ltda., 1999. p. 73. ISBN 85-204-0917-2. Disponível em: < https://www.google.com.br/books/edition/Historia_Ilustrada_da_Religiao/xlq7ZnkWOxgC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=manteiga+ghee+culto+aos+deuses,+FARRINGTON&pg=PA73&printsec=frontcover>, acesso em: 12/03/2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria INMETRO nº 157, de 19 ago. 2002**.disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000786.pdf>, acesso em: 23/02/2021.

MARTINS, J. G. et al. ***Ghee*: o ouro da culinária indiana permanece em expansão no mercado de produtos lácteos**. Indústria de laticínios. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, 2020. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/ghee-o-ouro-da-culinaria-indiana-permanece-em-expansao-no-mercado-de-produtos-lacteos-220474/>. Acesso em: 16/03/2021.

MARTINS, L. de S. A. *et* al. **Elaboração e avaliação físico-química e sensorial da manteiga de leite e da manteiga clarificada produzidas a partir do leite de vacas Girolando**. Revista Principia**,** n. 48. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB. Março de 2020.Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/339664600_Elaboracao_e_avaliacao_fisico-quimica_e_sensorial_da_manteiga_de_leite_e_da_manteiga_clarificada_produzidas_a_partir_do_leite_de_vacas_Girolando>. Acesso em: 12/03/2021.

MORTENSEN, B. K. **Butter and Other Milk Fat Products l Anhydrous Milk Fat/Butter Oil and *Ghee*.** In: FUQUAY, J. W. (org.). Encyclopedia of Dairy Sciences. 2nd. ed. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 515-521. Disponível em: < https://coek.info/pdf-butter-and-other-milk-fat-products-anhydrous-milk-fat-butter-oil-and-ghee-.html>. Acesso em: 16/03/2021.

CAPÍTULO 21

USO DE ANTIOXIDANTES: ROTULAGEM DE ALIMENTOS

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Tatiana Cardoso Gomes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/5904038382042433

Dehon Ricardo Pereira da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/1604344286847599

Vanda Leticia Correa Rodrigues
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/1398704165404824

Tânya Sulamytha Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/0609050105939564

Lícia Amazonas Calandrini Braga
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/8228340027896119

Suely Cristina Gomes de Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/4424193784973616

Pedro Danilo de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/0155716503188549

RESUMO: Com a finalidade de inibir ou retardar a oxidação lipídica de óleos ou gorduras em alimentos gordurosos são empregados compostos químicos conhecidos como antioxidantes. Considerando os efeitos do uso de antioxidantes em alimentos para evitar os processos oxidativos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as indicações rotulares acerca da presença de antioxidantes em amostras de quinze alimentos industrializados comercializados na cidade de Castanhal-PA, a fim de propiciar uma relação dos antioxidantes existentes nestes. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa onde foram adquiridos quinze tipos de alimentos industrializados comercializados na cidade de Castanhal/PA. Os parâmetros avaliados foram observados diretamente nos rótulos dos produtos a fim de verificar a presença ou não dos antioxidantes, sendo analisadas três unidades de cada tipo de alimento, vale ressaltar que foram analisadas amostras de diferentes marcas comerciais. Dos

produtos analisados, observou-se a indicação na rotulagem de 13 (treze) antioxidantes distintos, sendo que o biscoito, a maionese e a margarina concentraram a maior parte dos antioxidantes em sua composição. Verificou-se que os alimentos industrializados analisados apresentam em seus rótulos, na lista de ingredientes, o nome do antioxidante utilizado na composição do alimento, onde são enquadrados como aditivos alimentares.
PALAVRAS - CHAVE: Conservação; Alimentos Industrializados; Aditivo Alimentar.

USE OF ANTIOXIDANTS: FOOD LABELING

ABSTRACT: In order to inhibit or delay the lipid oxidation of oils or fats in fatty foods, chemical compounds known as antioxidants are employed. Considering the effects of using antioxidants in foods to avoid oxidative processes, the present study aimed to evaluate the labeling indications about the presence of antioxidants in samples of fifteen industrialized foods sold in the city of Castanhal-PA, in order to provide a relationship of the antioxidants in these. It is a qualitative and quantitative research in which fifteen types of industrialized foods sold in the city of Castanhal / PA were purchased. The evaluated parameters were observed directly on the labels of the products in order to verify the presence or not of the antioxidants, being analyzed three units of each type of food, it is noteworthy that samples of different commercial brands were analyzed. Of the products analyzed, the indication on the labeling of 13 (thirteen) distinct antioxidants was observed, with the biscuit, mayonnaise and margarine concentrating most of the antioxidants in their composition. It was found that the industrialized foods analyzed have on their labels, in the list of ingredients, the name of the antioxidant used in the composition of the food, where they are classified as food additives.
KEYWORDS: Conservation; Processed foods; Food Additive.

1 | INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica que ocorre nos produtos alimentares é uma das principais preocupações da Tecnologia de Alimentos. É responsável por odores e sabores desagradáveis nos produtos, com consequente diminuição da segurança e qualidade nutricional, causados pela formação de compostos potencialmente tóxicos. A prevenção é economicamente importante e fundamental para a proteção da saúde humana (TSAI *et al.*, 2005). Com a finalidade de inibir ou retardar a oxidação lipídica de óleos ou gorduras em alimentos gordurosos são empregados compostos químicos conhecidos como antioxidantes.

Antioxidante é a substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento. Os antioxidantes podem ser sintéticos, amplamente utilizados pela indústria alimentícia, ou naturais, substâncias bioativas, que fazem parte da constituição de diversos alimentos. Os antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos são o butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), propil galato (PG) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ). Entre os antioxidantes naturais mais utilizados na indústria alimentícia podem ser citados os tocoferóis e os ácidos fenólicos.

Segundo Bailey (1996), os antioxidantes podem ser classificados em primários,

sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos.

Os antioxidantes apresentam-se como uma alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos e minimizar os danos oxidativos nos seres vivos. No entanto, o emprego de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto à inocuidade, demonstrando a possibilidade desses antioxidantes apresentarem alguma toxidez (BAUER *et al.*, 2001). O uso de antioxidantes naturais em substituição aos sintéticos ou químicos é uma alternativa utilizada na indústria de alimentos.

Considerando os efeitos do uso de antioxidantes em alimentos para evitar os processos oxidativos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as indicações rotulares acerca da presença de antioxidantes em amostras de quinze alimentos industrializados comercializados nos supermercados da cidade de Castanhal-PA, a fim de propiciar uma relação dos antioxidantes existentes nestes.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa onde foram adquiridos quinze tipos de alimentos industrializados (achocolatado, biscoito recheado, bolacha, carne enlatada, cerveja, leite de coco, leite em pó, maionese, manteiga, margarina, óleo vegetal, refrigerante, requeijão, salsichas e suco de caixa) comercializados em supermercados da cidade de Castanhal-PA.

Os parâmetros avaliados foram observados diretamente nos rótulos dos produtos com o propósito de verificar a presença ou não dos antioxidantes, sendo analisadas três unidades de cada tipo de alimento, vale ressaltar que foram analisadas amostras de diferentes marcas comerciais para o mesmo alimento.

Os antioxidantes encontrados foram classificados quanto ao nome, quantidade e funcionalidade. As informações foram tabuladas e apresentadas em forma de tabelas, tendo o sigilo acerca das marcas dos produtos selecionados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos produtos analisados, observou-se a indicação na rotulagem de treze antioxidantes distintos, sendo que o biscoito, a maionese e a margarina concentraram a maior parte dos antioxidantes em sua composição, conforme tabela 1.

Alimentos	Antioxidantes	Nº de produtos que foram encontrados
Biscoito Recheado	Lecitina Vitamina E Ácido ascórbico Vitamina A Ácido cítrico	03 01 01 01 01
Bolacha	Lecitina Ácido ascórbico	02 01
Achocolatado	Lecitina Vitamina A	01 03
Leite em pó	Vitamina A Ácido ascórbico	03 03
Salsicha em conserva	Eritorbato de sódio Nitrito de sódio Isoascorbato de sódio	02 02 01
Óleo vegetal	Ácido cítrico TBHQ	03 02
Maionese	BHA BHT Ácido cítrico EDTA cálcio dissódico	03 03 02 02
Suco de caixa	Metabissulfito de sódio Ácido ascórbico	02 03
Margarina	EDTA cálcio dissódico BHT Ácido cítrico TBHQ	03 02 03 02
Manteiga	----------------------	
Leite de coco	----------------------	
Requeijão	----------------------	
Cerveja	Eritorbato de sódio	03
Refrigerante	Ácido cítrico EDTA cácio dissódico	03 03
Carne enlatada	Eritorbato de sódio Nitrito de sódio	02 03

Tabela 1. Identificação e quantificação dos antioxidantes nos alimentos.

Fonte: Embalagens dos produtos analisados, 2019. * Quantidades dos antioxidantes presentes nas três amostras do alimento; TBHQ= tri-hidroxi-butil-fenona; BHA= butil-hidroxi-tolueno; BHT= *terc*-butilhidroxi-quinona; EDTA= ácido etilenodiaminotetracético.

Dentre os produtos analisados, percebeu-se que a manteiga, o leite de coco e o requeijão foram os alimentos que não continham em sua lista de ingredientes nenhum

agente antioxidante. Isso pode causar estranheza, pois sabemos que são alimentos ricos em gordura (caráter lipídico), porém a manteiga natural contém bons níveis de caroteno que é um antioxidante. O leite de coco como derivado do coco é um alimento rico em compostos fenólicos, antioxidantes. O requeijão tem uma boa fonte de cálcio, proteína e vitamina A, importante antioxidante, que atua sobre os radicais livres. Existem vários deles, com versões tradicionais, light, caseiros, sem lactose, entre outros. É bom se atentar sempre ao rótulo e escolher aquele produto que mais se adapta aos objetivos pessoais.

O biscoito recheado apresentou uma maior concentração de antioxidantes, seguido pela maionese e margarina.

Observou-se outros aspectos como a predominância dos tipos de antioxidantes presentes nos alimentos (figura 1), onde os antioxidantes BHA, isoascorbato de sódio, vitamina E e metabissulfito de sódio apresentaram uma aplicabilidade um pouco acima de 5% nos alimentos industrializados analisados, o que demonstra uma baixa prevalência destes antioxidantes em relação aos demais. Em contrapartida, o ácido cítrico apresentou uma elevada aplicabilidade, seguido pelos antioxidantes ácido ascórbico (vitamina C) e a vitamina A, o que corrobora que esses antioxidantes são bastantes aplicados em alimentos industrializados. Há um crescente interesse na substituição de antioxidantes sintéticos por naturais em alimentos, que se concentra nos benefícios da utilização dos antioxidantes naturais para evitar implicações indesejáveis na saúde humana.

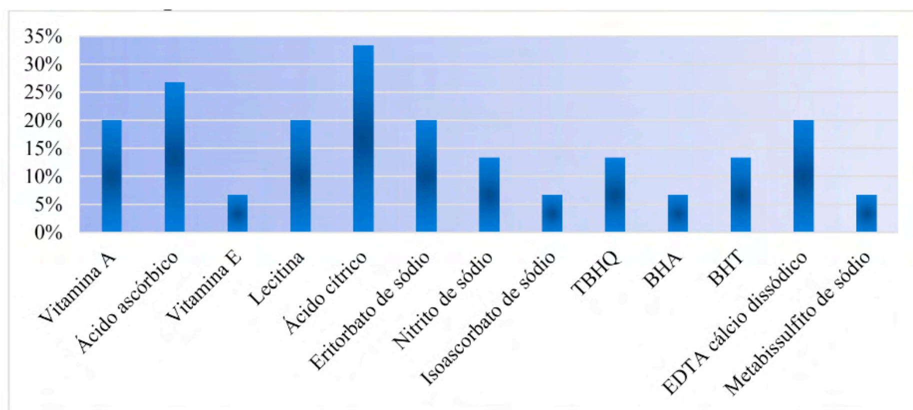


Figura 1. Prevalência de antioxidantes em alimentos.

Fonte: Embalagem dos produtos analisados, 2019.

No que se refere ao limite máximo de antioxidantes estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005), encontrados nos alimentos industrializados analisados, o mesmo está descrito na tabela 2.

Antioxidantes	Alimentos	Limite máximo g/100g – ml/100ml
Vitamina A	Biscoito recheado Achocolatado Leite em pó	q.s. q.s. q.s.
Ácido ascórbico	Biscoito recheado Bolacha Leite em pó Suco de caixa	0,02 0,02 q.s. 0,05
Vitamina E	Biscoito recheado	q.s.
Lecitina	Biscoito recheado Bolacha Achocolatado	0,5 0,5 q.s.
Ácido cítrico	Biscoito recheado Óleo vegetal Maionese Margarina Refrigerante	q.s. q.s. q.s. q.s. q.s.
Eritorbato de sódio	Salsicha em conserva Carne enlatada Cerveja	q.s. q.s. 0,01
Nitrito de sódio	Salsicha em conserva Carne enlatada	0,015 0,015
Isoascorbato de sódio	Salsicha em conserva	q.s.
TBHQ	Óleo vegetal Margarina	0,02 0,02
BHA	Maionese	0,02 sobre teor de gordura
BHT	Maionese Margarina	0,01 sobre teor de gordura 0,01
EDTA cálcio dissódico	Maionese Margarina Refrigerante	0,0075 0,01 0,0033
Metabissulfito de sódio	Suco de caixa	0,001

*q.s.: quantidade suficiente para obter o efeito desejado

Tabela 2. Limite máximo dos antioxidantes identificado nos alimentos.

Fonte: Resolução CNS/MS Nº04, 24/11/88 e RDC Nº23, 15/02/05

A especificação da quantidade do antioxidante ácido cítrico aplicado nos alimentos será de acordo com o processamento do alimento bem como suas condições de armazenamento e embalagem. O ácido cítrico participa do ciclo de Krebs, segunda etapa do processo de respiração celular, sendo, por isso, presente no metabolismo de grande parte dos seres vivos. Por ser um produto do metabolismo de certos organismos e um insumo para a indústria alimentícia, não oferece perigo significativo ao organismo (LIRA et al., 2011).

Em produtos cárneos a quantidade do antioxidante eritorbato de sódio não é especificada. Enquanto que a quantidade do nitrato de sódio é especificada nos produtos cárneos, sendo presença constante na lista de ingredientes desses produtos. Constituindo

um dos aditivos alimentares relevantes na composição dos produtos cárneos.

As vitaminas A e E são antioxidantes aplicados em alimentos cujas quantidades não são especificadas. Em contrapartida, os antioxidantes nitrato de sódio, TBHQ, BHA, BHT e EDTA cálcio dissódico possuem suas quantidades especificadas nos alimentos, sendo que os BHA e BHT a quantidade aplicada é sobre o teor de gordura presente no alimento. Isso se deve, provavelmente, ao conteúdo de óleos e/ou gorduras presentes nos alimentos, os quais estão sujeitos à oxidação, que resulta na destruição de ácidos graxos essenciais e das vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) causando ao alimento alterações indesejáveis nos caracteres organolépticos bem como a perda do valor nutricional.

4 I CONCLUSÃO

Os antioxidantes são um conjunto de substâncias heterogêneas e de uso constante na indústria de alimentos, principalmente nos alimentos com apreciado conteúdo de óleos e/ou gorduras. Verificou-se que os alimentos industrializados analisados apresentam em seus rótulos, na lista de ingredientes, o nome do antioxidante utilizado na composição do alimento, onde são enquadrados como aditivos alimentares.

REFERÊNCIAS

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 23**, de 15 de fevereiro de 2005, Diário Oficial da União.

BAILEY, A. E.; **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, 5th ed., John Wiley: New York, 1996, vol. 3.

BAUER, A.K. et al. **The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT)**, causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. Toxicology, v.169, n.1, p.1-15, 2001.

LIRA, G. M. et al. **Teores de nitrito de sódio em produtos cárneos comercializados em Maceió-AL**. Rev Ins Ad Lut, v.28, n.03, p.15-20, 2011.

ROSA, J. S. et al. **Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica**. Ciência e Tec. Alim, v. 24, n.01, p.87-93, 2012.

TSAI, T.H.; TSAI, P.J.; SU, S.C. **Antioxidant and antiflammatory activities of several commonly used spices**. Journal of Food Science, v.70, n.1, p.93-7, 2005.

CAPÍTULO 22

ONDAS DE CONSUMO DO CAFÉ

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 14/07/2021

Cintia da Silva Araújo
Doutoranda em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/9207143951815461

Leandro Levate Macedo
Doutorando em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/7185555472059791

Wallaf Costa Vimercati
Doutorando em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/1970116102806048

Hugo Calixto Fonseca
Doutor em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros-MG
http://lattes.cnpq.br/6535047743271079

Hygor Lendell Silva de Souza
Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri
Diamantina-MG
http://lattes.cnpq.br/6046217455106032

Magno Fonseca Santos
Doutorando em Engenharia Química
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP
http://lattes.cnpq.br/0060759710977257

Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula
Doutoranda em Produção Vegetal
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Campos do Goytacazes- RJ
http://lattes.cnpq.br/7409628468438232

Pedro Henrique Alves Martins
Graduando em Engenharia de Alimentos
Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/1756921355251468

Raquel Reis Lima
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
http://lattes.cnpq.br/7457104437678030

Cíntia Tomaz Sant'Ana
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
http://lattes.cnpq.br/5267705234203118

Ramon Ramos de Paula
Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
Salinas-MG
http://lattes.cnpq.br/1757878031860317

RESUMO: As ondas de consumo do café ocorreram em diversas regiões do mundo, mas em momentos diferentes em cada país. Esse movimento descreve mudanças que ocorreram ao longo do tempo e definem as formas de relação dos consumidores com a bebida. Ao longo dessas ondas, foi verificado um crescente desejo pelo aumento da qualidade e uma ligação emocional relacionada ao consumo. Na primeira onda, a bebida era consumida buscando o efeito fisiológico da cafeína e não havia foco em qualidade. No entanto, ao longo das segunda e terceira ondas, a qualidade do produto foi sendo substancialmente aumentada. Na terceira onda, um estreito relacionamento entre a cadeia produtiva e os compradores de café é criado. Nessa onda, a competição barista merece destaque e vai além de produzir a bebida, mas também de entender a história do produto e do produtor.
PALAVRAS - CHAVE: Café, Qualidade, Consumo de café, Ondas de consumo.

COFFEE CONSUMPTION WAVES

ABSTRACT: The waves of coffee consumption occurred in different regions of the world, but at different times in each country. This movement describes changes that have taken place over time and defines the ways in which consumers relate to the beverage. In the first wave, the beverage was consumed seeking the physiological effect of caffeine and there was no focus on quality. However, throughout the second and third waves, the quality of the product was substantially increased. In the third wave, a close relationship between the production chain and coffee buyers is created. In this wave, the barista competition deserves to be highlighted and goes beyond producing the beverage, but also understanding the history of the product and the producer.
KEYWORDS: Coffee, Quality, Coffee Consumption, Consumption Waves.

1 | ONDAS DO CAFÉ

O consumo e a produção do café passaram por significativas mudanças nos últimos anos. Desta forma, foram modificados os níveis de qualidade e também as formas de consumo. As ondas do café podem ser consideradas movimentos que influenciam o mercado e o consumo mundial de café. Cada onda representa um conjunto de filosofias e prioridades, de forma que, contribuem de maneira diferente com a experiência do consumo da bebida (BOAVENTURA et al., 2018).

A indústria cafeeira passou por um conjunto sucessivo de ondas, nas quais foi sendo ampliada e aprofundada a qualidade do café disponível. Contudo, esse fenômeno só foi possível pela disposição dos consumidores em se envolver com elas, ajustando seus costumes e expectativas para adotar novas proposições que redefiniram a maneira como bebem e pensam no café (MORRIS, 2017).

1.1 Primeira Onda

Durante a primeira onda, não havia grande preocupação com a qualidade do café, o qual era tratado apenas como uma mercadoria, em que o volume produzido era o principal interesse. Além disso, nessa fase, não se via a necessidade de entender como eram as

experiências de consumo por parte dos consumidores do produto (BOAVENTURA et al., 2018). Borrella; Mataix; Carrasco-Gallego (2015) classificam a primeira onda como tendo ocorrido de 1930 a 1960 e sendo caracterizada pela produção a granel, consumo em massa de café e grandes empresas de alimentos controlando o mercado.

Durante esse período, o café tornou-se parte do cotidiano das famílias. Desta forma, era necessário um grande volume de produção para atender ao mercado mundial e economia de escala para garantir os retornos financeiros dessa atividade, levando à exploração da mão-de-obra nas plantações de café em diversos países (FISCHER; VICTOR; ASTURIAS DE BARRIOS, 2020).

1.2 Segunda Onda

A segunda onda do café foi marcada pela distribuição de cápsulas de café da Nespresso e entrada no mercado da Starbucks (BOAVENTURA et al., 2018). Essa onda pode ter sido criada devido à baixa qualidade dos cafés de primeira onda. Nela, foi implementado o conceito de cafés especiais e de origem produtora e também se tornou popular o consumo de cafés espresso e em cafeterias (GUIMARÃES; JÚNIOR; ANDRADE, 2016). Essa onda ocorreu no período compreendido entre 1960 e 1990, tendo como características principais, o surgimento do segmento de cafés especiais, a diferenciação do café pela qualidade e a liderança centrada nos torrefadores de café nas Starbucks (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015). Essa onda teve seu foco voltado para cafés arábica lavados e atingiu seu ápice com a expansão global da Starbucks (FISCHER; VICTOR; ASTURIAS DE BARRIOS, 2020).

Diferente do ocorrido durante a primeira onda, os varejistas da segunda onda tendem a enfatizar os principais valores simbólicos como parte integrante de seus cafés, incluindo um vínculo com produtores, uma preocupação com o meio ambiente e um compromisso artesanal com a qualidade. Durante a segunda onda, o surgimento das chamadas organizações de comércio justo foram componentes importantes para garantir que o comércio do café fosse realizado a um preço mínimo e justo para o produtor (FISCHER; VICTOR; ASTURIAS DE BARRIOS, 2020).

A necessidade de um café de qualidade combinada com a preocupação com as condições de produção e aspectos simbólicos, caracterizam a segunda onda e se tornam ainda mais pronunciados na terceira (FISCHER; VICTOR; ASTURIAS DE BARRIOS, 2020). A partir de 1990 teria começado a terceira onda, em que o café é diferenciado por origem, sabor, torrefação, método de preparo e popularização do comércio direto (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015).

1.3 Terceira Onda

Café de terceira onda é um termo usado para descrever uma nova abordagem para produção, torrefação e venda de café caracterizada por um foco quase exclusivo

na qualidade. A terceira onda está baseada na qualidade da segunda onda e enfatiza a produção em grandes altitudes (altitude é utilizada como indicador de qualidade) e origem única. Devido à algumas características, como solos vulcânicos, diversidade geográfica e tradição de qualidade, a Guatemala é considerada o marco zero para produção do café de terceira onda (FISCHER; VICTOR; ASTURIAS DE BARRIOS, 2020).

Os torrefadores fornecem cafés de origem única, de preferência rastreáveis até uma única fazenda ou uma cooperativa de produtores (MORRIS, 2019). Nessa fase, está incluída uma subcultura focada em comunidade e comunicação face a face, no seu sentido mais tradicional. Além desses aspectos, é uma onda altamente focada e orientada tecnologicamente, que faz uso da internet como um ambiente de discussão, planejamento social e análise de produtos (MANZO, 2015).

O surgimento do café de terceira onda ilustra o papel central da conversão de valores simbólicos em valores econômicos. Assim, o consumidor desse café é direcionado a experimentar e compreender não apenas os perfis de sabor da bebida, mas também incluiu uma ênfase em uma proveniência romantizada, geralmente incluindo nomes de agricultores e detalhes sobre suas vidas (FISCHER, 2019).

Nesse momento da história do café, os produtores buscam mais cooperação junto a cadeia de valor, alimentando relacionamentos com outros participantes da cadeia e utilizam estratégias para fornecer experiências mais valiosas aos consumidores finais (BOAVENTURA et al., 2018). Além disso, ocorre a busca por demonstrar aos consumidores que o café pode ser um produto especial, com diversidade de sabores e aromas. Para isso, lançam eventos, promoções, treinam varejistas e fornecem máquinas de café. Os torrefadores procuram cada vez mais o exótico, pois é a novidade que é mais valorizada (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015; FISCHER, 2019).

Um café de terceira onda envolve toda a cadeia de produção e preparação do café, desde o relacionamento com produtores e importadores até as maneiras pelas quais são feitas bebidas específicas à base de café (MANZO, 2014). A compra do café diretamente do produtor permite estabelecer relações de parceria que vão além das relações de mercado, permite a troca de conhecimentos e expectativas e, além disso, possibilita que novos preços sejam estabelecidos, em detrimento aos valores praticados no mercado financeiro (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015).

As competições de baristas estão no centro da cultura da terceira onda. Os cafés são torrados, em um grau leve, em pequenas quantidades, visando valorizar as particularidades de cada café, com toda uma gama de sabores sutis que aparecem no perfil limpo, suave e equilibrado de um café fino. Os baristas devem concluir um treinamento rigoroso, às vezes de meses, para qualificá-los não apenas para fazer o café, como também para serem conhecedores da história do café e terem a capacidade de fazer discussões aprofundadas sobre fazendas e regiões específicas, além de desenvolverem o paladar (FISCHER, 2019; MANZO, 2014).

Os donos das cafeterias são movidos pelo amor ao café, tratando seus estabelecimentos, principalmente, como veículos para sustentar sua própria paixão pelo café, e não como fontes de lucratividade. Além disso, os ambientes são altamente despojados (FISCHER, 2019; MORRIS, 2019). O café é visto como um produto artesanal e são utilizados equipamentos de ponta na criação de bebidas. Nas cafeterias da terceira onda, as máquinas ajudam a facilitar e organizar uma forma social que não se encontra nas cadeias de lojas da segunda onda (MANZO, 2014). Além disso, muitas cafeterias estão buscando novos sabores através da tecnologia e do artesanato barista, que tem empregado infusões de ervas, coquetéis de café, bebidas frias e uma gama crescente de inovações (FISCHER, 2019).

Com base no protocolo de avaliação da qualidade do café da SCA (Specialty Coffee Association), em uma escala de no máximo 100 pontos, cafés que recebem de 90 a 100 pontos podem ser considerados excepcionais (cafés de terceira onda premium com micro lotes), 85 a 89,99 são excelentes (micro lotes de café, incluindo cafés de terceira onda e alguns de segunda onda), 80 a 84,99 são muito bons (nota especial, segunda onda), 75 a 79,99 café de boa qualidade (commodities) (FISCHER, 2019).

Embora muitas fontes reportem que uma quarta onda do café já possa estar sendo vivida, até o momento não foram encontrados artigos que tratem dessa nova onda. Na verdade, em diversas fontes que abordam a quarta onda do café existe muita discrepância e especulação quanto ao que seria essa nova onda do café.

Teles; Behrens (2020), relatam que há uma tendência de que a quarta onda do café esteja relacionada à novos cultivares e novos métodos e tecnologias de cultivo e processamento pós-colheita do café. Por outro lado, uma visão bem mais tecnológica em relação à quarta onda foi apresentada por outros autores, em que essa onda seria marcada pelo uso de drones e realidade virtual, os quais proporcionariam uma experiência sensorial ainda inimaginável.

REFERÊNCIAS

BOAVENTURA, P. S. M. et al. Value co-creation in the specialty coffee value chain: The third-wave coffee movement. **Revista de Administracao de Empresas**, v. 58, n. 3, p. 254–266, 2018.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder Farmers in the Speciality Coffee Industry: Opportunities, Constraints and the Businesses that are Making it Possible. **IDS Bulletin**, v. 46, n. 3, p. 29–44, 2015.

FISCHER, E. F. Quality and inequality: creating value worlds with Third Wave coffee. **Socio-Economic Review**, p. 1–21, 2019.

FISCHER, E. F.; VICTOR, B.; ASTURIAS DE BARRIOS, L. Quality versus solidarity: Third Wave coffee and cooperative values among smallholding Maya farmers in Guatemala. **The Journal of Peasant Studies**, p. 1–18, 2020.

GUIMARÃES, E. R.; JÚNIOR, L. G. C.; ANDRADE, H. C. C. Third Wave Coffee in Minas Gerais, Brazil. **Organizações rurais e Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 214–227, 2016.

MANZO, J. Machines, People, and Social Interaction in "Third-Wave" Coffeehouses. **Journal of Arts and Humanities**, v. 3, n. 8, p. 1–12, 2014.

MANZO, J. "Third-wave" coffeehouses as venues for sociality: On encounters between employees and customers. **Qualitative Report**, v. 20, n. 6, p. 746–761, 2015.

MORRIS, J. We Consumers - Tastes, Rituals, and Waves. In: FOLMER, B. (Ed.). . **The Craft and Science of Coffee**. 1. ed. London: Academic Press, 2017. p. 556.

MORRIS, J. **Coffee: A global history**. London: Reaktion Books Ltd, 2019.

TELES, C. R. A.; BEHRENS, J. H. The waves of coffee and the emergence of the new Brazilian consumer. In: ALMEIDA, L. F.; SPERS, E. E. (Eds.). . **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 257–274.

CAPÍTULO 23

INHAME DA ÍNDIA: DA PESQUISA CIENTÍFICA AO PRATO DO CONSUMIDOR

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 25/06/2021

Daiele Diolinda da Silveira
Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/7304050109910559

Rochele Cassanta Rossi
Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/0627260486404735

Tanise Gemelli
Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/2373363546054935

RESUMO: O inhame da Índia (*Dioscorea alata*), é pertencente ao gênero Dioscorea e possui mais de 600 espécies ao redor do mundo. Essa planta possui tubérculos,que são utilizados como reserva de energia, e por esse motivo, é uma planta de importante fonte alimentar pela quantidade de carboidratos e fibras que possui. Justamente por ser rico em nutrientes, é utilizado na gastronomia para algumas aplicações, principalmente na forma de farinha. Nos últimos tempos, o inhame da Índia, também conhecido como inhame roxo, tem sido estudado quanto às suas propriedades funcionais, como a sua atividade antioxidante. Com isso, o objetivo desse estudo é desenvolver uma revisão narrativa referente aos achados científicos publicados a partir de 2015, a respeito das propriedades funcionais do inhame da Índia e suas possíveis aplicações no desenvolvimento de novos produtos. Alguns pesquisadores quantificaram teores de compostos fenólicos, antioxidantes, antocianinas e minerais em diferentes níveis de processamento do inhame, além disso, foi verificado que o amido resistente do inhame da Índia pode melhorar as disfunções lipídicas e a diversidade da microbiota, atuando possivelmente como um probiótico. Também se buscou algumas aplicações para o inhame roxo, como adição em sorvetes, na panificação e substituição de farinhas para desenvolvimento de produtos sem glúten, produzindo alimentos mais saudáveis. Com isso, conclui-se que o inhame da Índia é um ingrediente funcional promissor, e que deve ser mais estudado e incentivado para comercialização, rompendo o regionalismo e expandindo o consumo para a população.

PALAVRAS - CHAVE: *Dioscorea alata*. Inhame da Índia. Propriedades funcionais. Aplicações.

INDIAN YAM: FROM SCIENTIFIC RESEARCH TO THE CONSUMER DISH

ABSTRACT: The Indian yam (*Dioscorea alata*) is belonging to the genus Dioscorea and has more than 600 species around the world. This plant has tubers, which are used as an energy reserve, and for this reason, it is an important food source for the number of carbohydrates and fibers it has. Precisely because it is rich in nutrients, it is used in gastronomy for some applications, mainly in the

form of flour. In recenttimes, Indian yam, also known as purple yam, has been studied for its functionalproperties, such as its antioxidant activity. The objective of this study is to developa narrative review referring to the scientific findings published from 2015 regarding the functional properties of the Indian yam and its possible applicationsin the development of new products. Some researchers have quantified levels ofphenolic compounds, antioxidants, anthocyanins, and minerals at different levelsof yam processing, also, it has been found that resistant starch from Indian yam can improve lipidemic dysfunctions and microbial diversity, possibly acting as a probiotic. We also sought some applications for purple yam, such as adding ice cream, in baking and replacing flours for the development of gluten-free products,producing healthier foods. With that, it is concluded that the Indian yam is a promising functional ingredient and that it should be further studied and encouraged for commercialization, breaking regionalism, and expandingconsumption for the population.
KEYWORDS: *Dioscorea alata*. Indian yam. Functional properties. Applications.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero Dioscorea possui mais de 600 espécies ao redor do mundo, sendo que as mais importantes são *Dioscorea cayennensis, D. rotundata, D. alata, D. trifida* e *D. esculenta*, visto que essas possuem tubérculos comestíveis. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), [2020a?]). O inhame da Índia, também conhecido como inhame roxo, é pertencente ao gênero *D. alata*, sendo que uma possível forma de consumo é o processamentodo tubérculo para produção da farinha. (YASHIKI; TRIBOLI, 2017).

A crescente busca por alimentos com propriedades funcionais traz a necessidade pela descoberta de novas possibilidades e novas aplicações no desenvolvimento de produtos. Alimentos funcionais são capazes de auxiliar no combate a doenças e melhora da qualidade de vida, e por isso, devem ser cadavez mais explorados. O inhame da Índia tem sido estudado quanto a sua atividade antioxidante e outras propriedades que vão além das suas qualidades nutritivas, e com isso, tem-se a expectativa de que esse e outros alimentos estejam mais presentes no dia a dia da população.

Com o avanço das pesquisas quanto às suas propriedades funcionais, estuda-se também a aplicação como um ingrediente que confira qualidade adicional ao produto que está sendo desenvolvido. No caso do inhame da Índia, sua aplicação como ingrediente funcional ocorre principalmente em bolos, pãese sorvetes, a fim de agregar propriedades aos alimentos.

O objetivo desse capítulo é desenvolver uma revisão narrativa referente aos achados científicos publicados a partir de 2015, a respeito das propriedadesfuncionais do inhame da Índia e suas possíveis aplicações no desenvolvimento de novos produtos.

2 I DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

O inhame é uma planta herbácea da família Dioscoreaceae originária da África. Ela é pertencente ao gênero Dioscorea que contém mais de 600 espécies pelo mundo, sendo as mais importantes devido aos seus tubérculos comestíveis a *Dioscorea cayennensis, D. rotundata, D. alata, D. trifida* e *D. esculenta*. (EMBRAPA, [2020a?]). A produção de Dioscorea sp. no Brasil ocorre principalmente na Região Nordeste nos estados da Paraíba, Pernambuco,Alagoas, Bahia e Maranhão, representando grande importância econômica e fonte alimentar de carboidratos. (EMATER-RO (2019).

O inhame da Índia, cuja espécie é *D. alata*, é composto por seus tubérculos (inhame), que possui coloração roxa e é comumente utilizado para o consumo. Os tubérculos são caules arredondados que se desenvolvem abaixo da superfície do solo como reserva de energia. (EMBRAPA, [2020b?]). Além disso, há também as folhas, que são o principal subproduto da produção do inhame. (ZHOU *et al*., 2018). A Figura 1 representa o tubérculo do inhame da Índia, conhecido também como inhame roxo.



Figura 1: Tubérculo do inhame da Índia

Fonte: Purple yam (2020).

A produção de farinha de inhame para comercialização ainda é pequena no Brasil, tendo poucos produtos no mercado. Sendo que o processo de obtenção da farinha é feito através do inhame descascado, lavado, cortado em tiras que serão expostas a circulação de ar quente, e por fim trituradas para se obter o pó. (YASHIKI; TRIBOLI, 2017).

2.2 Composição Nutricional

O inhame possui boas propriedades nutricionais, e por isso tem sido utilizado em aplicações culinárias por ser rico em carboidratos. Na gastronomia, costuma ser utilizado como substituto da batata inglesa, batata-doce e aipim, sendo um alimento de fácil digestibilidade indicado para dietas terapêuticas. (EMATER-RO, 2019). De acordo com

Sá *et al*. (2018), a farinha produzida a partir do inhame contém cerca de 56% de amido, sendo seu tubérculo amiláceomuito importante na alimentação. Devido a sua quantidade significativa de fibras, o inhame pode reduzir astaxas de glicemia, sendo uma alternativa para diabéticos. (FIDELIS *et al*. 2020).

Com isso, ele pode ser empregado de diversas maneiras na área gastronômica, como sua aplicação em bolos, pudim, salgado, trufa e maionese, visto que devido a sua composição nutricional de boa qualidade, o inhame se enquadra como um alimento funcional que deve ter seu consumo estimulado, a fim de transpor as barreiras regionais.

O Quadro 1 apresenta a composição nutricional do inhame cru.

Quantidade por 100g	
Valor energético	97 kcal
Carboidratos	23 g
Proteínas	2,1 g
Gorduras totais	0,2 g
Gorduras saturadas	0 g
Gorduras *trans*	0 g
Fibra alimentar	1,7 g
Sódio	0 mg

Quadro 1: Informação nutricional correspondente a 100g de inhame cru

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), (2011).

2.3 Propriedades Funcionais

Por definição, os alimentos com propriedades funcionais são aqueles capazes de proporcionar efeitos benéficos à saúde, além de suas propriedadesnutricionais. (SALGADO, 2017). Essa classe de alimentos está em crescente ascensão no mercado, e a expectativa é que sejam uma alternativa no controlee prevenção de doenças, aumento de qualidade e expectativa de vida, podendo atuar através dos seus compostos bioativos, antioxidantes, fibras alimentares evitaminas. (SALGADO, 2017).

Muitas espécies do gênero Dioscorea sp. possuem propriedades funcionais e nutricionais já relatadas, mas podem ser cada vez mais exploradas. Em relação aos compostos bioativos há os esteróis, alcaloides, taninos, glucósidos, fenóis, flavonoides e saponinas que estão presentes nesse gênero. Dentre essas classes, tem-se a Diosgenina, que é uma sapogenina estruturalmente semelhante ao colesterol, utilizada na síntese de drogas esteroidais. A sapogenina é conhecida por possuir efeito anti-inflamatório, e a saponina e flavonoides são capazes de tratar infecções de pele. (KUMAR *et al*.,2017).

O inhame vem sendo recomendado na prevenção e tratamento de inflamações, reumatismo, viroses e na melhora do sistema imunológico, tudo isso devido ao estudo de

seus efeitos terapêuticos, desintoxicantes e depurativos. (DIAS *et al*., 2020).

Gomes *et al*. (2019) avaliou o potencial antioxidante de inhame *in natura* esubmetido ao processo de cocção, e verificou-se que ambas apresentaram ação antioxidante nas concentrações testadas, além disso, a amostra submetida a cocção por 15 minutos apresentou ação antioxidante superior ao BHT, que é umimportante conservante utilizado frequentemente na indústria de alimentos.

Larief, Dirpan e Theresia (2018) avaliaram a atividade antioxidante de farinha de inhame da Índia na produção de bolos. Os pesquisadores verificaram o teor de antocianina nos diferentes níveis de processamento da farinha, visto que a antocianina possui atividade antioxidante atuando na contenção dos radicais livres do organismo. Verificou-se que quanto maior o processamento doinhame roxo, menor é o teor de antocianina e a atividade antioxidante, no entanto, quando a farinha foi acrescentada na preparação dos bolos foi possívelaumentar o poder antioxidante conforme o aumento de teor da farinha. Isso mostra que a adição de farinha de inhame em preparações culinárias pode melhorar a atividade antioxidante, mesmo que tenha diminuído o teor de antocianinas devido ao processamento.

Estudos realizados por Tamaroh *et al*. (2018) avaliaram o teor de compostos fenólicos totais, atividade antioxidante pelo método DPPH e FRAP, utilizando um extrato de antocianina obtido a partir da farinha de inhame roxo com diferentes solventes. Os pesquisadores verificaram que o solvente capaz de extrair maior quantidade de antocianinas foi o Metanol + 1% de HCl, resultando em 247 mg/100g. Esse estudo sugere que as antocianinas e compostos fenólicos presentes na farinha do inhame da Índia são elevados, sendo responsáveis por sua atividade antioxidante natural no organismo humano.

A atividade antiproliferativa da farinha de inhame e de inhame liofilizado foi avaliado frente a linhagem de células neoplásicas de mama (MCF7), everificou-se inibição de 5% dessas células. Esses resultados indicam que embora o inhame seja rico em antioxidantes e compostos bioativos, para possuir atividade anticarcinogênica seria necessária fazer a obtenção de extratos mais concentrados. (DIAS *et al*., 2020).

Zhou *et al*. (2018) avaliou a composição química e atividade antioxidante dos compostos fenólicos provenientes das folhas de *D. alata*. Os compostos mais encontrados foram a rutina e quercetina, além das análises de fenólicos totais, flavonoides totais, e antioxidantes por DPPH e ABTS que demonstraram bom desempenho. Esse resultado apresenta a importância das folhas de *D. alata*, visto que devido a sua atividade antioxidante e propriedade citoprotetiva contra o estresse oxidativo, poderia ser utilizada como ingrediente em aplicaçõesalimentares ao invés de ser apenas um subproduto do inhame.

Estudos realizados por Joy e Siddhuraju (2017) avaliaram o perfil fitoquímico e antioxidante da *D. Alata* crua, fervida, cozida no vapor e assada. Os pesquisadores quantificaram os teores de fenólicos totais, taninos, flavonoides, ABTS, DPPH, FRAP e metais quelantes. Além disso, foi realizado um screening dos minerais presentes, sendo detectado teores de sódio, magnésio, potássio, cálcio, ferro, zinco, dentre outros. Esse

estudo relata a *D. alata* como uma planta com propriedades funcionais e saudáveis, sendo uma nova abordagem para revelar o potencial antioxidante e nutricional benéficos dessa espécie que ainda é subutilizada. Sendo assim, a promoção e o incentivofinanceiro para comercialização dos tubérculos de inhame roxo devem ser mais explorados, para que ocorra o desenvolvimento de novos produtos com propriedades funcionais que promovam a saúde e o consumo terapêutico no combate das doenças.

Moriya *et al*. (2015) isolaram e avaliaram a atividade antioxidante dos pigmentos do inhame roxo. Foram encontradas quatro novas antocianinas aciladas, três do tipo cianidina e uma do tipo peonidina, juntamente com quatro antocianinas já conhecidas. As oito antocianinas foram avaliadas quanto a capacidade antioxidante por ORAC e FRAP, e todas apresentaram bom desempenho, visto que a maioria das antocianinas eram aciladas com ácido sináptico e ácido ferúlico.

Silva *et al*. (2019) realizaram a extração e caracterização do amido de *D.alata*, visto que a estrutura e morfologia do amido são características importantesque influenciam nas propriedades funcionais e físico-químicas para a sua utilização na indústria. Verificou-se que essa espécie possui 75,02% de amido disponível, além de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e sódio. Também foi avaliado a toxicidade *in vitro*, sendo que o amido do inhame roxo não apresentou toxicidade quando testado contra fibroblastos MRC-5. Conclui- se que o amido de *D. alata* não é tóxico e apresenta propriedades tecnológicas para uso no setor alimentício.

Li *et al*. (2019) avaliaram os benefícios do amido resistente de inhame daÍndia, a fim de verificar a ação no metabolismo dos lipídios e na microbiota em hamsters alimentados com alto teor de gordura. Os autores verificaram que o amido resistente pode melhorar a disfunção lipídica, auxiliando no controle do peso corporal, no tecido adiposo e na melhora da composição dos lipídios. Alémdisso, verificou-se um aumento da diversidade da microbiota intestinal, aumentando a quantidade de *Bifidobacteria, Lactobacillus* e *Coprococcus*. Com isso, sugere-se que uma dieta com amido resistente de inhame roxo pode ser uma alternativa complementar viável para a prevenção da hiperlipidemia e melhora da microbiota.

2.4 Aplicações

A maioria dos produtos que utilizam o inhame é na forma de farinha, visto que é estável para o mercado de alimentos, além disso, possui alto valor agregado por não possuir glúten, pelo seu elevado teor de fibras e por conferir propriedades funcionais aos produtos. A transformação do tubérculo de inhame em farinha oferece ao mercado uma maneira atrativa de produzir novos alimentos, devido a sua facilidade de uso regular em formulações alimentícias. (YASHIKI; TRIBOLI, 2017).

A tendência de produzir novos produtos sem glúten para atender apopulação que é hipersensível a essa proteína está em alta. Nesse sentido, a utilização de farinhas de tubérculos é uma boa estratégia mercadológica. A indústria possui alto interesse na

população e nas suas perspectivas, sendo assim, alimentos que combinam saudabilidade, conveniência e praticidade são estratégias em ascensão. (SALGADO, 2017).

A utilização de inhame como um ingrediente em algumas formulações alimentícias pode ter como função ser um espessante. Fidelis e colaboradores (2020) avaliaram a adição de farinha de inhame na produção de doce de leite sem lactose, e verificaram que a adição de 0,5% de inhame foi aprovada na avaliação físico-química e sensorial, mostrando que há potencial em utilizá-lo como um ingrediente natural na produção de alimentos.

Dias *et al*. (2020) enriqueceram a farinha de inhame com concentrado proteico de soro de leite, e assim agregaram valor proteico, fonte de fibras e baixo teor de lipídios, promovendo as características funcionais do produto.

Maia *et al*. (2017) estudou a substituição de farinha de trigo por farinha de inhame na produção de pães. Os pesquisadores verificaram que a adição deinhame em até 50% mostrou-se ser uma boa alternativa tecnológica para a produção de pães mais saudáveis e com boas características sensoriais.

Dantas *et al*. (2020) desenvolveram um sorvete a base de inhame e mamão enriquecido com fibras, possuindo potencial tecnológico como alimento funcional. Os autores constataram boa aceitação pelos provadores, e concluíram que o produto desenvolvido pode ser viável para comercialização.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades funcionais apresentadas por determinados alimentos podem atuar de diversas formas no organismo, podendo neutralizar o mecanismo de radicais livres e evitar que outras doenças aconteçam. Esse capítulo apresentou o inhame da Índia como um possível ingrediente funcional, podendo ser aplicado em alguns alimentos na forma de farinha com potencial promissor.

O consumo de farinhas é habitual pela população, sendo uma alternativa com viabilidade e saudabilidade para consumo. Sendo assim, a utilização do inhame da Índia em diferentes preparações pode fazer parte da realidade da alimentação brasileira, e que diante da revisão narrativa apresentada no presente capítulo, pode apresentar propriedades funcionais para o organismo.

REFERÊNCIAS

DANTAS, Ivison Lima *et al*. Sorvete a base de inhame e mamão enriquecido com fibras. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43925-43934, 2020.

DIAS, Jane de Souza Rui *et al*. Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15716-15735, 2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Árvore do Conhecimento: Batata. [2020b?]. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/batata/arvore/CONT000gnc4knh202wx5ok0edacxl94wt46j.html. Acesso em: 06 dez. 2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Território Mata SulPernambucana, [2020a?]. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gx8wsdco02wx7ha0myh2loetk361f.html. Acesso em: 06 dez. 2020.

Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado deRondônia (EMATER-RO). A cultura do inhame. Secretaria de Estado de Agricultura – Rondônia Governo do Estado, 2019.

FIDELIS, Rafael Lopes *et al*. Desenvolvimento de doce de leite com baixo teorde lactose adicionado de farinha de inhame (Dioscorea spp.). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1078-1084, 2020.

GOMES, Carluzi de Sousa *et al*. Análise físico-química e antioxidante do inhame (Dioscorea sp.). **Revista Interdisiplinar do Pensamento Científico**, v.5, n. 4, p. 79-92, 2019.

JOY, Jenit L, SIDDHURAJU, P. Studies on nutricional profile and antioxidant potential of different Dioscorea sp with *Plectranthus rotundifolius*. **International Journal of Current Pharmaceutical Research,** v. 9, n. 4, p. 65-74, 2017.

KUMAR, S. *et al*. Dioscorea spp. (A wild edible tuber): a study on its ethnopharmacological potential and traditional use by the local people of Similipal biosphere reserve, India. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, n. 52,2017.

LARIEF, R.; DIRPAN, A., THERESIA. Purple yam flour (*Dioscorea alata* L.) processing effect on anthocyanin and antioxidant capacity in traditional cake"Bolu Cukke" making. **First International Conference on Food and Agriculture**, v. 207, p. 1-7, 2018.

LI, Tao *et al*. The beneficial effects of purple yam (*Dioscorea alata L*.) resistant starch on hyperlipidemia in high-fat-fed hamsters. **Food and Function**, v. 10, p.2642-2650, 2019.

MAIA, Gabriela Araújo de Oliveira *et al*. Elaboração de Pão Delícia com adiçãode inhame (Dioscorea spp.). **II Congresso Internacional de Ciências Agrárias**, 2017.

MORIYA, Chiemi *et al*. New acylated anthocyanins from purple yam and their antioxidant activity. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 79, n.9, p. 1484-1492, 2015.

PURPLE YAM. *In*: GOOGLE imagens. São Leopoldo: Google, 2020. Disponível em: https://www.google.com/search?q=purple+yam&sxsrf=ALeKk03d2bOqxhzZbKGajfZjni1Ht-PTzw:1624642977199&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjKqavcqrPxAhXqH7kGHQchBxAQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1517&bih=730#imgrc=9pqevJMWyuIw0M. Acesso em: 06 dez. 2020.

SÁ, Andresa Renata Alves *et al*. Caracterização físico-química e nutricional de farinhas obtidas de inhame (Dioscorea spp.) e taro (Colocasia esculenta) comercializados em Petrolina-PE. **Saúde Santa Maria**, v. 44, n. 3, p. 1-9, 2018.

SALGADO, J. **Alimentos Funcionais**.1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SILVA, Larissa Svetlana Cavalcante, *et al*. Extração e caracterização de amidode espécies de Dioscorea cultivadas na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 14, n. 3, p. 439-452, 2019.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), 4ª ed. Unicamp, 2011.

TAMAROH, Siti *et al*. Total phenolic content and antioxidant activity of anthocyanin extract from purple yam (*Dioscorea alata L.*) flour using different solventes. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 17, n. 6, p. 260-267, 2018.

YASHIKI, L. G; TRIBOLI, E. P. D. R. Caracterização físico-química etecnológica de farinha de inhame obtida por atomização. **Bluncher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, p. 785-788, 2017.

ZHOU, Li *et al*. Chemical composition and antioxidant activity of phenolic compounds from Dioscorea (Yam) leaves. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 31, n. 3, p. 1031-1038, 2018.

CAPÍTULO 24

PROCESSING INFLUENCE ON DARK CHOCOLATE STRUCTURE

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Vivianne Yu Ra Jang
University of Sao Paulo, Pharmaceutical Sciences School, Biochemical-Pharmaceutical Technology Department, Sao Paulo-SP.
http://lattes.cnpq.br/8888054789844368

Orquídea Vasconcelos dos Santos
Federal University of Para, Nutrition School, Health Sciences Institute, Belém-PA.
https://orcid.org/0000-0001-5423-1945

Suzana Caetano da Silva Lannes
University of Sao Paulo, Pharmaceutical Sciences School, Biochemical-Pharmaceutical Technology Department, Sao Paulo-SP.
http://lattes.cnpq.br/2988634049584035
https://orcid.org/0000-0002-4481-7376

ABSTRACT: The understanding of the chocolate's productive process is of great importance. The aim of this work was to corelate the processing time with the rheological data of the chocolate produced in ball mill universal equipment. The dark chocolate was prepared in a pilot plant with different processing time. Rheological tests were conducted in a rheometer using controlled rate test. Casson's equation was used to fit the obtained data. The experiments revealed that the Casson's Viscosity increased 8.6% to 2 and 4 hours chocolate process, and 19.1% to 2 and 6 hours of chocolate process. Moreover, it shows that an increase of process time causes a raise of Casson Yield Value. Therefore, it is possible to set up the initial relation and the understanding the mechanism of time in ball mill process with rheology, the sensorial and structural chocolate characteristics proving the good quality of obtained products.
KEYWORDS: microstructure, ball mill, flow properties, cocoa products.

INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO NA ESTRUTURA DE CHOCOLATE AMARGO

RESUMO: A compreensão do processo produtivo do chocolate é de grande importância. O objetivo deste trabalho foi correlacionar o tempo de processamento com os dados reológicos do chocolate produzido em equipamento universal de moinho de bolas. O chocolate amargo foi preparado em planta piloto com diferentes tempos de processamento. Os testes reológicos foram realizados em um reômetro usando teste de taxa controlada. A equação de Casson foi usada para ajustar os dados obtidos. Os experimentos revelaram que a viscosidade Casson aumentou 8,6% para 2 e 4 horas de processo de chocolate e 19,1% para 2 e 6 horas de processo de chocolate. Além disso, mostra que um aumento no tempo de processo causa um aumento no valor de rendimento de Casson. Portanto, é possível estabelecer a relação inicial e o entendimento do mecanismo do tempo no processo de moinho de bolas com a reologia, as características sensoriais e estruturais do chocolate comprovando a boa qualidade dos produtos obtidos.
PALAVRAS - CHAVE: microestrutura, moinho de

bolas, propriedades de fluxo, produtos de cacau.

1 I INTRODUCTION

Chocolate is a suspension of fine solid particles (sugar and cocoa) dispersed in fat (cocoa butter) with a complex rheological system. The manly triacyclglycerols in the lipidic phase is saturated fatty acids- stearic, palmitic and oleic and it is essential for melting proprieties of the chocolate. (Beckett, 2000; Whitefield, 2005).

In general, the chocolate can be dark, milk and white - it depends on the quantities of cocoa, milk, and cocoa butter. The dark chocolate is the one of high percentage of cocoa solids and sugar, which gives an intense flavor. It is known that chocolate can contribute for human nutrition, providing antioxidants (Afoakwa et al., 2007; Lannes, 2016) such as flavonoids and minerals - potassium, magnesium, copper, and silver. The production process of chocolate is an important factor for sensorial differences between chocolates because it can influence the rheology of the product. Chocolates with high viscosity, for example, have a pasty feeling on the mouth (Beckett, 2000).

The traditional production of chocolate can be divided in 5 steps: mixture, refining, conching, tempering, modeling and formed. All of them are important to determine the chocolate characteristics. The mixture is made in continuous and batch mixers in controlled time and temperature until a homogeneous mixture. The refining is carried out in roll refiners, essential for the texture. After that, the product goes to conching - this step contributes for final viscosity, texture and flavor, because it decreases the moisture, removes volatile substances like acetic acid and promotes better interaction between disperse and continuous phase.

For determine the quality of the chocolate it can be done by sensorial or rheological analyses. The rheological properties are determined by ingredient composition, fat content, choice of emulsifier, processing conditions, temperature, solid particle size distribution and the method of particle packing. The Rheology can influence the efficiency of the mixture, bombing and transportation of the product during its fabrication (Pajin, 2013; Servais et. al, 2004).

Besides being important for mixing and pumping, the rheology of chocolate is also fundamental for applications such as enrobing, shell formation and molding processes. (Graef, 2011). The chocolate behaves as a non-Newtonian fluid, which means that the shear stress is not directly proportional to shear rate. Besides that, the chocolate shows a thixotropic and rheopectic proprieties. Casson's model (Eq.1) is used for adjusting the plastic behavior and it was also adopted by the International Office of Cocoa, to be as the default rheological equation with the use of rotational viscometers with concentric cylinders (Pajin, 2013; Afowaka,2009).

Eq.1 $$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_{CA}} + \sqrt{\eta_{CA}} \cdot \sqrt{\gamma}$$

(τ, shear stress; τ CA, yield stress of Casson; η CA, viscosity of Casson or plastic viscosity; γ, shear rate)

The flow proprieties of chocolate are important to the quality control, since when the viscosity is lower, the mass of chocolate coating a food is lower too. If there is a high viscosity, the bubbles formed during the molding it are hard to goes. (Beckett, 2000). Those are two examples of how the rheology study is important to determination of quality of chocolate. The aim of this work was to correlate the processing time with the rheological data of the dark chocolate produced in ball mill universal equipment.

2 I MATERIAL AND METHODS

2.1 Chocolate processing

For the preparation of dark chocolates (3 batches), Table 1 describes the components and respective quantities. The production of chocolates was done in a pilot plant of ball mill process- WA-FA 20, 220-60, SERIE 2872 – Mazzetti (Italy) – capacity of 5 kg. It was used different process time – 2 h, 4 h and 6 h, considering that in each batch, it was produced 3 kg of chocolate and repeated in duplicate.

The prepared masses were tempered in Temperchoco (Universal, Brasil) that was regulated for melting point of 45ºC followed by cooling until 31 ºC, with stirring in all the process. The chocolate masses were modeled, cooled, and uninformed. The color, brightness and texture were acceptable.

Ingredients		Manufacturer
Sugar	43.30%	União(Brazil)
Cocoa liquor	46.10%	Cargill(Brazil)
Cocoa butter	9.80%	Cargill(Brazil)
Soy lecithin	0.50%	Tovani(Brazil)
Vanillin	0.30%	Duas Rodas(Brazil)

Table 1: Chocolate formulation

2.2 Rheology

In the day of the production or in maximum of 12 hours after production, it was done the rheology test. All analysis used equipment Rheotest 3.1 + Rheowin program (Rheotest, German) with thermostatically bath at 40ªC and probe S1, rotational test with controlled rate (CR). Parameters: Flow-curve with shear rate of 60 s^{-1} and ramp in 120 s with shear rate 200 s^{-1}.

2.3 Texture

For each sample of chocolate, it was produced a chocolate bar with dimensions- 9,0 cm x 2,5 cm x 1,3 cm. After uninformed, the bars were stored for 24 hours in 20ºC. The breaking strength determination was done with probe HDP/3PB (three-point bend test) in a Texture Analyzer + Texture Expert Exceed Program - version 2.64 (Stable Micro System, UK). Parameters: speeds pre-test, test and post-test: 2,0 mm/s; distance: 10 mm; charge cell 25 kg; Trigger Force: 0,05 N; compression strength – return to start.

2.4 Particle size

The particle size was measured only in the with the last batch produced from each different time of process, in triplicate with Digimatic Mitutoyo (EUA) serie 293. The determination was done without paraffin.

2.5 Statistic

The results were analyzed by ANOVA, one way, $p \leq 0.05$, by GraphPad Prism 5 (USA).

3 I RESULTS AND DISCUSSION

In chocolate manufacture the refinement is an extreme important step, because it is linked with flavor and texture of the final product. These characteristics are considered important because they are mainly responsible for the acceptability of the product by the consumer (Bolenz, 2014; Martins, 2007).

An alternative found for the refinement process is the ball mill, consisting of ceramic or stainless-steel balls with sizes between 2 and 15 mm in diameter that fill about 60 to 80% of the volume of the tank, which has a double function of refine and do the conching at the same time. With the combination of these two processes the production line becomes leaner and cheaper, since a smaller amount of equipment reduces the space required for the production line and is thus adhered to by small chocolate producers.

With an equipment that performs two different functions at the same time, consequently one has the reduction of expenses with electric energy and time, in addition the ball mill is a closed system, thus preventing particles of the environment contaminate the chocolate that is being produced, on the other hand as the system is closed, there is a difficulty in removing moisture and unwanted volatile products (Afoakwa, 2009; Becket, 2000; Bolenz, 2014; Toker, 2017)

Particle Size

The influence of refining on the organoleptic characteristics of chocolate occurs due to the reduction of the size of the chocolate particles, where they reach a desired value of 15

to 30 µm. In cases where the particles exceed this value, the chocolate ends up generating a gritty sensation, on the other hand, when the value is lower than desired, the chocolate ends up becoming more fluid and viscous, making it difficult to handle. (Bolenz, 2014; Martins, 2007; Mongia, Ziegler, 2000). The test of particle size was performed in triplicate with only the last batch of chocolate produced for each processing time. The results are indicated in Table 2.

Process time (h)	Particle Size (µm)
2 hours Chocolate	32.00 ± 0.5774
4 hours Chocolate	31.67 ± 0.5744
6 hours Chocolate	30.0 ± 1.000

Table 2: Particle size for chocolates processed by 2 h, 4 h and 6 h

The results show a tendency, which is that the increase of processing time produces particle with smaller size. All the particle size found in the present work were in agree with described in literature, it is known that these lower values may indicated a good mouthfeel, improving sensorial proprieties (Afowaka, 2007). However, it is indicated to analyze the distribution of particle size in chocolate, because it can interfere on the rheological characteristics (Becket, 2000).

The common process of chocolate refinement is done with the use of 2 to 5 rolls followed by conching, but this conventional method has some disadvantages such as the possibility of producing much finer particles, excessive energy and time expenditure because they are delayed processes, besides this being more exposed process, thus being able to contaminate the working environment. The excess of fine particles reduces the viscosity of the product, since the friction generated between the particles will be smaller and the space between them will be bigger, this factor is determinant for the choice of the tubing of a factory, since the more viscous the product, the larger your tubing should be to avoid clogging (Bolenz, 2014; Toker, 2017; Glicerina, 2016)

Rheology

The flow proprieties of chocolate are important to the quality control, since when the viscosity is lower, the mass of chocolate coating a food is lower too. If there is a high viscosity, the bubbles formed during the molding it are hard to goes. (Beckett, 2000). Those are two examples of how the rheology study is important to determination of quality of chocolate. The results obtained in analyses of rheology are demonstrated on Table 3 and Figures 1 and 2.

Process time (h)	Casson Viscosity (Pa·s)	Casson Yield Value (Pa)
2 hours Chocolate	4.034 ± 0.1101	42.63 ± 11.21
4 hours Chocolate	3.688 ± 0.1156	127.3 ± 13.72
6 hours Chocolate	3.263 ± 0.2538	138.0 ± 29.22

Table 3: Casson Viscosity and Casson Yield Value for chocolates processed by 2 h, 4 h and 6 h

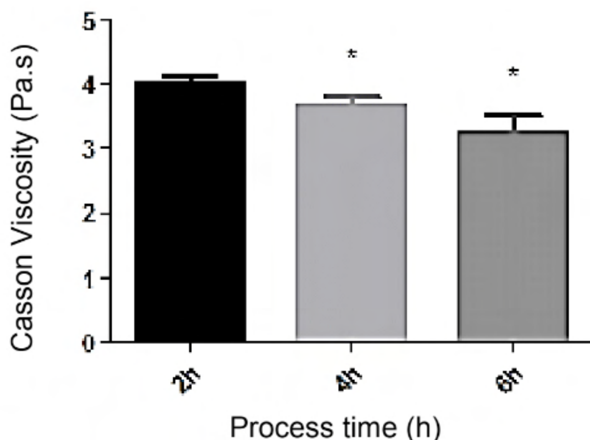


Figure 1: Casson's viscosity for 2 h, 4 h, and 6 h of chocolates processes (*p<0.05 vs 2 h)

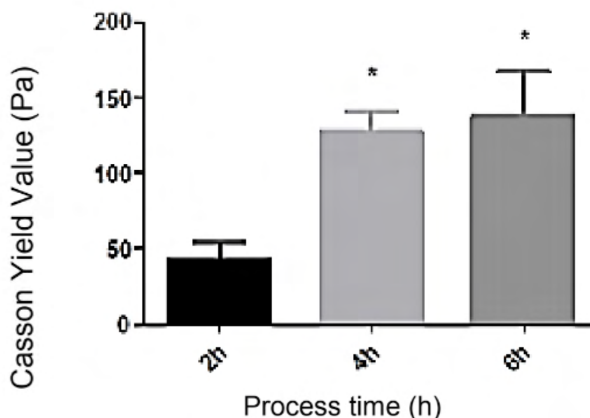


Figure 2: Casson Yield Value for 2 h, 4 h, and 6 h chocolate processes (*p<0.05 vs 2 h)

As can be seen, as the chocolate processing time increases, there is a decrease in Casson viscosity. This decrease corresponds to approximately 8.6% and 19.1%, respectively, when comparing chocolate of 2 h with 4 h and comparing chocolate of 2 h with 6 h.

When the processing time of the chocolate is increased, it is noticed an increase in the initial tension of Casson of 198.6% and 223.7%, when comparing, respectively, the chocolate of 2 h with 4 h and chocolate of 2 h with 6 h.

It is known that the decreasing of particle size causes the increase of Casson viscosity. However, the present study shows the opposite – the smaller particle size corresponds to a higher value of viscosity. This can be explained by the fact that the increase in processing time resulted in a decrease of the moisture of the mass of chocolate. Moisture is known to thicken the molten chocolate, since water increases the interactions between the particles of sugar, increasing the viscosity.

It is desirable a value of 2,1 Pa to 3,8 Pa of Casson viscosity for dark chocolate. The 4 hours chocolate and 6 hours chocolate reached approximate values; however the 2 hours is 3,9% higher than the maximum value of 3.8 Pa. Nevertheless, in all cases the chocolates were in good aspect for consumption. It is also known that the shear rate tends to increase with lower values of particle size. This work confirms this hypothesis.

Texture

The texture is an important organoleptic characteristic present on the foods, together with appearance.

and flavor is one of the principal responsible for the public acceptability, because he includes more than one human sense how touch, kinesthetic, sight and sound. Texture depends also on the tempering of the chocolate, which is nothing more than the cooling of the molten chocolate slowly and gradually under stirring, is where the fat crystals will form. This step is necessary since cocoa butter is a polymorphic fat and has crystals with different characteristics, melting point and stability. Among many types of crystals formed in chocolate, which has the best organoleptic characteristics and stability is crystal ß (Chandan, 2007). The ß form is used for the manufacture of chocolate. Cocoa butter can crystalize in different polymorphic forms, depending on the fatty acids' composition. It is known 6 polymorphic forms - I to VI, formed by crystals manly α, β e β'. The V form is composed by β crystals, which are the nuclei for the others to crystalize, being the most desirable form for the chocolate because it is stable (Becket, 2000). The results obtained in analyses of texture is demonstrated on Table 4 and Figures 3 and 4.

Process time (h)	Maximum Force (N)	Distance (mm)
2 hours Chocolate	52.07 ± 6.808	1.809 ± 0.1025
4 hours Chocolate	64.73 ± 5.632	1.871 ± 0.1316
6 hours Chocolate	55.4 ± 7.670	1.878 ± 0.1584

Table 4: Hardness for chocolates processed by 2 h, 4 h and 6 h.

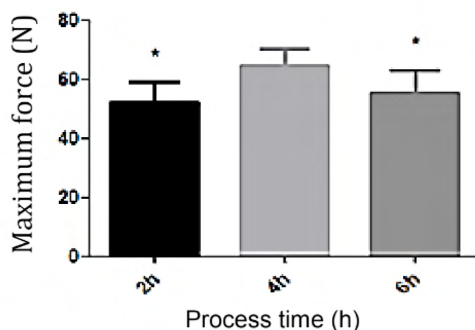


Figure 3: maximum force obtained in the texture test for chocolates processed by 2 h, 4 h and 6 h (*p<0.05 vc 4 h)

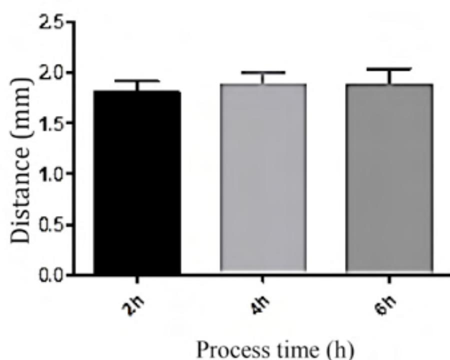


Figure 4: distance obtained in the texture test for chocolates processed by 2 h, 4 h and 6 h

With the values obtained in this work, it is not possible to observe any predictable behavior, or that it was related to the processing time. Therefore, the test of break strength, defined no difference between the samples.

It is known that values of hardness can be modify depending on the temper, ingredients of formulation, conching process and fat content. The quantities of lecithin can also modify the hardness; however, the more important parameter is the fat quantities, which is inversely related to hardness (Afowaka, 2009) The microstructure of chocolates with different quantities of fat are distinct, mainly because the interaction between particles (Glicerina *et al*, 2016).

This theory may explain why it was found high values of hardness for the dark chocolate. The formulation shows that it was added a low portion of cocoa butter, which probably impacts on the final fat content. The breaking strength analysis for chocolate are very correlated with sensorial analysis (Andrae- Nightgale, 2009). This indicated that the difference between the processing time probably will not be perceived.

4 I CONCLUSIONS

- The rheology test showed that the increase of time process entails the decrease of Casson viscosity and increase of Casson yield value.
- There was no significant statistic difference ($p<0.05$) between 4 h and 6 h results of texture.
- The decrease of particle size corresponds to an increase of process time.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was supported by *Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico* (CNPQ) and *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES).

REFERENCES

Andrae-Nightingale, L.M; Lee, S; Engeseth, N.J. (2009) Textural changes in chocolate characterized by instrumental and sensory techniques**. Journal of texture studies.** 40, 427-444.

Afowaka, E. O.; Paterson, A & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. **Trends in Food Science and Technology.** 18 (6), 290–298.

Afowaka, E. O. et al (2009). Comparison of rheological models for determining dark chocolate viscosity. **International Journal of Food Science and Technology**. 44, 162–167.

Aeschlimann, J. M.; Beckett, S. T. (2000). International inter-laboratory trials to determine the factors affecting the measurement of chocolate viscosity. **Journal of Texture Studies**. 31(5), 541–576.

Beckett, S. T. **The Science of Chocolate.** London: Royal Society of Chemistry, 2000. 240 p.

Bolenz, S.; Manske, A. (2013). Impact of fat content during grinding on particle size distribution and flow properties of milk chocolate. **European Food Research and Technology**. 236(5), 863–872.

Bolenz, S.; Holm, M.; Langkrär, C. (2014). Improving particle size distribution and flow properties of milk chocolate produced by ball mill and blending. **European Food Research and Technology**. 238, (5), 139-147.

Chandan, R. C. et al. **Handbook of Food Products Manufacturing**. 1 ed. Wiley-Interscience. 2007. p. 675-693.

Dahlenborg, H.; Fureby, A. M.; Bergenstahl, B. (2015). Effect of particle size in chocolate shell on oil migration and fat bloom development. **Journal of Food Engineering**. 146, 172-181.

Do, T. A. L. et al. (2001). Impact of particle size distribution on rheological and textural properties of chocolate models with reduced fat content. **Journal of Food Science**. 72(9), E541-E552.

Graef, V. et al. (2011). Chocolate yield stress as measured by oscillatory rheology. **Food Research International**. 44, 2660 – 2665.

Glicerina,V. et al. (2016) Microstructural and rheological characteristics of dark, milk and white chocolate: A comparative study. **Journal of Food Engineering.** 169, 165-171.

Lannes S C S. (2016) **Chocolate and its products: health approach**. In: Barbosa-Cánovas, G.V. et.al. Food Security and Wellness, New York, Springer, 175-194.

Martins, R. **Processamento de Chocolate**. 2007. 33 p. REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, RJ. 2007. Available in: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjM0>. Access in: 02 Apr 2021.

Mongia, G.; Ziegler, G. R. (2000). The role of particle size distribution of suspended solids in defining the flow properties of milk chocolate. **International Journal of Food Properties**. 3 (1), 137–147.

Pajin, B. et al. (2013). Crystallization and rheological properties of soya milk chocolate produced in a ball mill**. Journal of Food Engineering**. 114, 70-74.

Prasad, V et al. Universal features of the fluid to solid transition for attractive colloidal particles (2003). **Faraday Discuss**. 123, 1-12.

Servais, C.; Jones, R.; Roberts, I. (2002) The influence of particle size distribution on the processing of food. **Journal of Food Engineering**. 51, 201–208.

Texturômetro. **Texturômetro.** Available in: <http://www.texturometro.com.br/ >. Access in: 05 Nov. 2020.

Toker, O. S. et al. (2017). Investigating the effect of production process of ball mill refiner on some physical quality parameters of compound chocolate: response surface methodology approach. **International Journal of Food Science and Technology**. 52, 788-799.

CAPÍTULO 25

EFFECT OF CRICKET MEAL (*Gryllus assimilis*) AS A POTENTIAL SUPPLEMENT ON EGG QUALITY AND PERFORMANCE OF LAYING HEN

Data de aceite: 01/08/2021

Jhunior Abrahan Marcía Fuentes
Technology Sciences Faculty, National University of Agriculture, Honduras

Ricardo Santos Aleman
Nutrition and Food Sciences Department, Louisiana State University, USA

Ismael Montero Fernández
Organic and Inorganic Chemistry Department, University of Extremadura, Cáceres, Spain

Selvin Antonio Saravia Maldonado
Faculty of Earth Sciences and Conservation, National University of Agriculture, Honduras

Manuel Carrillo Gonzales
Technology Sciences Faculty, National University of Agriculture, Honduras

Alejandrino Oseguera Alfaro
Technology Sciences Faculty, National University of Agriculture, Honduras

Madian Galo Salgado
School of Veterinary Medicine and Zootechnics, Federal University of Bahía, Brazil

Emilio Nguema Osea
School of Economic Management, Agricultural University of Hebei, P.R. China

Shirin Kazemzadeh
Natural Resources and Agriculture Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran

Lilian Sosa
Faculty of Chemical Sciences and Pharmacy, National Autonomous University of Honduras, Honduras.

Manuel Alvarez Gil
Institute of Pharmacy and Food, University of Havana, Cuba

ABSTRACT: This study was conducted to inquire using *Gryllus assimilis* protein in laying hen feeding and its effects on egg quality and laying hen productivity. In setting the diets, a Cricket meal was added at 2.5%, 5%, and 7.5% combining with other ingredients. The physical-chemical quality, nutritional quality, and sensory analysis by hedonic tests with effective judges in the laboratory were performed as the response variable. Results indicated that 7.5% addition of *G. assimilis* meal brought out protein increase, higher mineral and carbohydrate content of the egg, as well as higher laying potential of the birds. However, with regards to physical-chemical properties and sensory acceptance of the egg, no changes were found. At the same time, through an acute toxicity test, *G. assimilis* flour was deemed safe food and an excellent source of fortification.
KEYWORDS: Egg quality; Feed additive; Insect meal; Protein supplement.

1 | INTRODUCTION

Constant world population growth is estimated to reach 8.6 billion in 2030 so providing enough food, energy, and necessary nutrients

concern the food industry (Machado *et al.,* 2019) while laying hens which have 70-weeks years old perform weakly (low rate of laying and poor egg quality) (Gan *et al.,* 2019) so using supplements in the poultry industry is inevitable leading to increase productivity and reduce costs. Currently, seeking long term animal production sustainability through conventional alternative ingredients is an option to minimize time and costs production (Khan *et al.,* 2016) so poultry meat and eggs are considered as a vital source of energy, protein, and essential nutrients to humankind (Sharma *et al.,* 2019). Consequently, the physical and chemical quality of the egg is strongly related to laying hen nutrition and because of the probability of adjustment, producers apply the feed additives, the aim of which is not only to enhance the stock productivity but also to fulfill the quality of eggs (Batkowska *et al.,* 2020).

There is a great interest in the use of edible insects are considered as a valuable resource of proteins in terms of rapid reproduce, and high rate of growth (Soares Araújo *et al.,* 2019) and feed conversion leading to be a source of food nutrients due to its high protein content (Van Huis *et al.,* 2013) more than 77% in some species like Cricket and grasshoppers (Rumpold & Schl 2013). The use of cricket flour as a protein source especially in nutritional diets development is an economical and sustainable alternative (Norhidayah, 2016; Lee *et al.,* 2017; Irungu *et al.,* 2018; Taufek *et al.,* 2018; Alfaro *et al.,* 2019; Lokman *et al.,* 2019; Kovitvadhi *et al.,* 2019; Permatahatia *et al.,* 2019; Van Huis; 2020). The first reason to use insects in the hen diet is the lower emission of CO_2 by respiration due to the high rate of feeding conversion, low metabolism, and less fecal losses, compared to regular livestock. Also, insects could be a fascinating protein basis for growing birds, and that chitin arouses their immune response. However, the exact amount of insect meal should be examined to ensure animal health and productive performance. On the other hand, few experiments show the effects of insect meals for laying hens (Bovera *et al.,* 2018)

The main component of the insect skeleton is chitin comprising a significant amount of nitrogen. The nutrition composition of 100 grams of *Gryllus assimilis* powder on a dry basis is about 62 grams protein, 21 grams lipids, 8.5 grams fibers, 3 grams ash, and 10 grams moisture. Besides, it is a basis to establish new sources of nutrients with high biological value, and also it is indicated cricket powder (CP) is safe for feeding and human consumption (Machado *et al.,* 2019). Therefore, the objective of this research was to develop different diets fortified with *Gryllus assimilis* protein for laying hen feeding and to assess the effects on the physical, chemical, nutritional, and sensory quality of the egg.

2 | MATERIAL AND METHODS

2.1 Preparation of raw material

The study was carried out in the Poultry Section of the Institute of Biotechnology, at the National University of Agriculture, located in the department of Olancho, Honduras. *Assimilis* species of wild cricket was used as raw material and was fed with fruits and

pastures *ad libitum*, until its harvest and flour preparation. CP was developed using the methodology proposed by Alfaro *et al.,* 2019, and Marcía *et al.,* 2020; the process stemmed by subjecting 10 kg of fresh state *G. assimilis* to dehydration at 50 ° C for 75 h, in an oven (Digitronic-TFT series, Spain) with the convective flow of hot air. Subsequently, they were ground and sieved at 212 μm particle size. Finally, it was stored at room temperature (35 °C ± 5 °C) until formulations design and analyze time.

2.2 Formulation design

Formulation of diet development was done according to Mendoza's (2016) methodology with mild modifications which is the mixture of cornflour, soy flour, molasses, and CP, among others (Table 1).

Ingredient	Diets			
	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)
Corn flour	66.69	68.17	65.23	59.57
Soy flour	16.31	13.47	14.43	17.74
Calcium carbonate	10.41	10.47	10.51	10.55
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00
CP	0.00	2.50	5.00	7.50
Calcium phosphate	0.96	0.97	0.83	0.75
Oil	1.52	0.42	0.00	0.00
Salt	0.35	0.36	0.36	0.36
Methionine	0.29	0.29	0.23	0.12
Premix	0.20	0.20	0.20	0.20
Binder	0.20	0.20	0.20	0.20
Lysine	0.04	0.00	0.00	0.00

Table 1. Formulation development (%)

2.3 Gryllus assimilis toxicology evaluation

The OECD regulation, 423 (2001) was used; for the development of analysis of Acute Oral Toxicity (OAT) from female Wistar mice, with a body mass between 150 and 200g through limit tests of 2000 mg/kg of CP, by a gastric oral test for 14 test days, in 3 groups in triplicate of mice.

2.4 Poultry management

Forty laying hens of *Hy* Brown-*Line* line of the age of eighty-three weeks were used. They were in turn segmented into 4 groups in duplicate of 5 hens each (20 hens), which were kept in gable-roof cage structures, with a feeder and a Nipple-type drinker. The formulations

were supplied for each group for 16 days.

2.5 Bromatological and mineralogical quality evaluation of the different formulations

Nutritional quality determination of the formulations was carried out using the Marcía *et al.,* (2019) methodology, with slight modifications; protein content, fiber, energy value, calcium, phosphorous, sodium, arginine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, and linoleic acid were determined from 100g sample from each treatment. The bromatological analyzes were developed at the Pan-American School, El Zamorano, Honduras.

2.6 Eggs Physico-chemical and nutritional evaluations between treatments

As pointed earlier, the derived physical-chemical and nutritional quality of eggs from each treatment were determined according to the methodology proposed by Marcía *et al.,* (2020). Determinations consisted of the application of a random selection of 100 units for each treatment. Moisture, lipids, carbohydrates, ash, protein, fiber, and energy value were determined according to AOAC (2005). Furthermore, to laying percentage, pH, viscosity, egg weight, and density (Zumbado, 2004) were studied. As inclusion criterion, fresh eggs with a laying differential were taken amongst treatments of less than one day. The physical-chemical analysis was developed at the Institute of Biotechnology of the National University of Agriculture, Honduras, and the nutritional quality was developed at the Pan American School, El Zamorano, Honduras.

2.7 Eggs sensory quality determination between treatments

The sensory quality was determined by the methodology proposed by Espinoza (2014); using a hedonic scale of 7 points, through 60 affective type consumers; and was evaluating flavor, color, odor, texture, and overall acceptability. The samples were prepared in triplicate using 10g of each through an unflavored cookie working as a flavor eraser.

2.8 Statistical analysis

For data analysis IBM SPSS Statistics V25.0 was used. The tools employed were the mean, standard deviation, ANOVA, and Tukey's tests of multiple comparisons.

3 | RESULTS

3.1 Cricket meal preparation

There were six boxes with 1,815 crickets each. The insect weight average in the boxes ranges from 0.28 to 0.45g per insect (Table 2). Also, the insect weight loss in the dehydration process of obtaining the flours ranged from 0.03 to 0.19g per insect.

Box	live weight (g)	Dehydration-weight (g)	Losses (g)
1	0.40	0.22	0.18
2	0.35	0.24	0.11
3	0.33	0.30	0.03
4	0.34	0.25	0.09
5	0.45	0.26	0.19
6	0.28	0.19	0.09

Table 2. Weight (means) of crickets ready for flour preparation

3.2 The chemical quality between treatments determination

Chemical nutrition-quality of the different treatments is presented in Table 3. Producing modifications in the content of tryptophan, fiber, and linoleic acid, between treatments.

Nutrient	T1 %	T2 %	T3%	T4 %
Energy (kcal 100 g-1)	2.83	2.83	2.83	2.83
Protein (g 100 g-1)	14.00	14.00	14.00	14.00
Calcium (g 100 g-1)	4.30	4.30	4.30	4.30
Sodium (g 100 g-1)	0.16	0.16	0.16	0.16
Arginine (g 100 g-1)	0.93	0.911	1.00	1.18
Lysine (g 100 g-1)	0.72	0.72	0.72	0.72
Methionine (g 100 g-1)	0.42	0.42	0.40	0.36
Met-Cist (g 100 g-1)	0.64	0.64	0.64	0.64
Threonine (g 100 g-1)	0.54	0.54	0.54	0.54
Tryptophan (g 100 g-1)	0.17	0.17	0.20	0.24
Fiber (g 100 g-1)	2.18	2.11	2.17	2.27
Linoleic acid (g 100 g-1)	1.67	1.59	1.49	1.38

Table 3. The nutritional composition between different formulations

3.3 Acute Oral Toxicity (OAT) evaluation of CP

From 2000 mg/kg limit dose in Wistar mice, according to the OECD-423 Normative standard for OAT, the toxicity of CP in limit dose was ruled out.

3.4 Eggs physic-chemical evaluation between treatments

The eggs' viscosity between treatments was determined using a rotational viscometer PCE-RVI-1 (USA) as it can be seen on Table 4 and eggs weight, laying percentage, pH (Using a Eutech Instruments Potentiometer, Germany, with a scale of 0 to 14 pH, the hydrogen potential (pH) of the yolk, white and whole fresh egg was determined.), the density of the

egg (in the fresh state was determined using a Gay-Lussac model immersion densimeter with a scale of 1000 to 1500 kg/m^{-3}, from 100 randomized units of each treatment), and sensory evaluation (using a 7-point hedonic scale with 60 effective consumers so for the organoleptic test there were beaten and grilled and nothing was added.) are indicated in Figure 3, Figure 4, Table 5, Table 6 and Figure 5 respectively.

Treatment	Yolk viscosity(cP)	White viscosity (cP)
T1	2401.00 ± 3.5a	251.29 ± 3.2a
T2	2249.57 ± 2.1a	174.86 ± 4.3b
T3	1380.71 ± 1.0b	183.20 ± 2.5b
T4	1300.71 ± 5.0b	230.39 ± 3.1a

[a-b] Values labeled with different letters in the same column are significantly different (p>0.05).

Table 4. Egg viscosity between treatments.

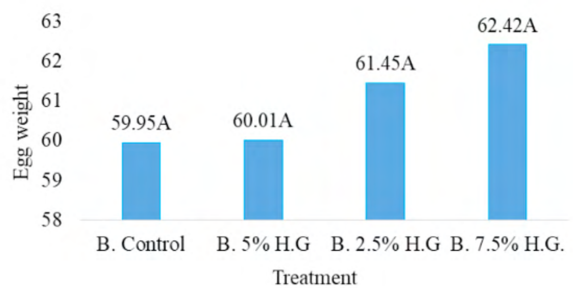


Figure 1. Egg final weight between treatments.

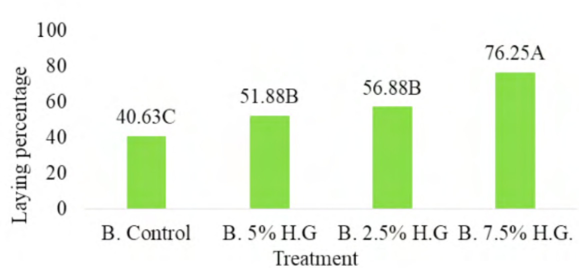


Figure 2. Laying percentage between treatments.

Treatment	Yolk pH	White pH	Whole egg pH
T1	6. 01 ± 0.19[a]	8.60 ± 0.23[b]	8.9 ± 0.63[b]
T2	6.40 ± 0.21[a]	8.31 ± 0.43[b]	8.8 ± 0.37[b]
T3	6.47 ± 0.10[a]	8.51 ± 0.25[b]	8.47 ± 0.29[b]
T4	6.34 ± 0.50[a]	8.67 ± 0.31[b]	8.40 ± 0.50[b]

[a-b] Values labeled with different letters in the same column are significantly different (p>0.05).

Table 5. Egg pH between treatments.

Treatment	Density ($kg.m^{-3}$)
T1	1038 ± 2.0
T2	1038 ± 3.0
T3	1039 ± 2.0
T4	1036 .0

Table 6. Egg density between treatments.

3.5 The comparison between fresh eggs from laying hen fed with traditional diets and laying hen fed with diets fortified with a 7.5% cricket meal.

The chemical quality of eggs of laying hen fed with the controlled and fortified cricket flour at 7.5% is presented in Table 7.

Teste	Method	Control	Diet with 7.5% cricket meal
Moisture (g 100 g-1)	AOAC 950.46B*	74.26	76.00
Ash (g 100 g-1)	AOAC 923.03*	0.6	0.90
Protein (g 100 g-1)	AOAC 2001.11*	12.01	13.36
Fat (g 100 g-1)	AOAC 2003.06*	11.40	7.96
Fiber (g 100 g-1)	AOAC 962.09	0.00	0.00
Carbohydrate (g 100 g-1)	21CFR101.92	1.28	1.78
Total energy (kcal 100g-1)	21CFR101.92	158.50	132.20

Table 7. Chemical analysis of laying hen eggs with traditional diets and diets fortified with a 7.5% cricket meal.

4 I DISCUSSION

The increasing amount of CP from 0 to 7.5% indicates Arginine, Tryptophan, and fiber increase and also decrease in Linoleic acid and Methionine levels. Moreover, CP protein content is higher than other species (Soares Araújo *et al.,* 2019) so the higher Arginine levels in CP, in dried powder, higher production of eggs, and better laying hen performance were observed (Lima *et al.,* 2020). One of the essential amino acids in the laying hen diet is

Tryptophan which is required for protein synthesis and several other metabolic processes, and also it is important for supporting egg production. Besides, vital metabolic pathways are dependent on it, for example, serotonin production which is associated with stress response and appetite regulation. Tryptophan plays a vital role in nicotinamide adenine dinucleotide, niacin, and picolinic acid metabolism. It is suggested that 160 grams of tryptophan per day are needed for white-egg laying hens (Wen *et al.,* 2012). In some studies claimed that lipid content is different because of the different development stages of insects while the amount of the lipids of this species should still be considered as another important point of it (Soares Araújo *et al.,* 2019).

The results of OAT indicates that it did not yield death in mice during 14 days of experimentation. Besides, it generated an increase in rats' weight of in 48.60 g ± 5g between the test groups and didn't show internal and external hazards, which suggests that there are no toxic effects at the systemic level. Not only CP is a safe component, but also can be safe for human consumption like gluten-free bread (Machado *et al.,* 2019).

Figure 3 depicts no statistically significant difference in the relationship of the incorporation of CP in the diet for laying hens and the weight gain of the egg. Classifying them according to their weight as a large fresh egg of B category (Egg Studies Institute, 2009). According to the same results (Bovera *et al.,* 2018), it is proved that insect meal has no effects on feed intake, egg weight, and feed conversion ratio. This shows that CP has the same efficiency among other common meals. From the evaluation of the laying percentage, it was determined that the use of CP in higher concentration positively affects the oviposition cycle of the hen which increased from 40.63% for the control sample to 76.25% for CP meal with 7.5% of insect powder sample, increasing its production. These results could be assessed considering the different levels of the Tryptophan in the hens' diets as well as higher protein amounts. Results indicate that the incorporation of CP in diets in laying hens does not affect the change in pH (Table 5). These values are consistent with the ones exposed by Hernández *et al.,* (2013) and Soler & Fonseca (2011); which expressed that the pH of the egg ranges between 5.85 and 5.92 in the yolk and 8.61 to 8.87 in the white. Furthermore, Posadas *et al.,* (2005) establish that this physical-chemical condition responds to the type of feeding of the bird and also there is no effect on the density of eggs that these results are in tune with the exposed by Quitral *et al.,* (2003); indicating that the density of the egg is 1031 kg/m^{-3} ± 10 kg/m^{-3} and the use of CP in the diet of laying hen do not affect the sensory attributes of eggs (flavor, color, odor, texture, and overall acceptability).

The results indicate that the use of CP increases the protein, carbohydrates, and moisture and reduces the fat and energy content of eggs. The results of the control sympathize with the exposure in the Fifth International Poultry Congress (2008); where similar values were declared in the nutritional chemical content of the fresh egg. As can be seen, a higher amount of protein in eggs leads to an increase in water binding with proteins. It is commonly supposed that these peculiar characteristics of water in the surrounding area

of proteins make biological functionalities to the protein molecule. The important aspect of protein hydration is the H-bonding between protein surface polar groups and hydration water and also moisture is indicated higher than the control sample compared to a diet with 7.5% CP and consequently, protein increase resulted to increase ash (Mallamace *et al.,* 2015).

5 I CONCLUSION

Cricket meal use is a novel alternative to increase the chemical quality of laying hen diets. Its implementation in different concentrations as a mixture enhances posture potential in laying hen. The fortification with cricket meal at 7.5% in food diets formulation design, improves the protein content of the egg, and reduces its calorific intake. The implementation of cricket meal in diets for laying hen does not affect the sensorial quality of the egg texture, color, odor, and flavor attributes. Furthermore, there is no evidence of changes in pH, viscosity, density, and egg weight.

REFERENCES

Alfaro, A.O., Núñez, W., Marcía J.F., & Montero, I.F. (2019). The cricket (*Gryllus assimilis*) as an alternative food versus commercial concentrate for tilapia (*Oreochromis* sp.) in the nursery stage. *Journal of Agriculture Science*, 11(1), 97-104.

AOAC, Official Methods analysis. (2005). 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.

Batkowska, J., Drabik, K., Brodacki, A., Czech, A., &Adamczuk, A. (2021). Fatty acids profile, cholesterol level, and quality of table eggs from hens fed with the addition of linseed and soybean oil. *Food Chemistry*, 334(1):127612.

Bovera, F., Loponte, R., Pero, M.E., Isabella, M., Calabrò, S., Musco, N., Vassalotti, G., Panettieri, V., Lombardi, P., Piccolo, G., Meo, D., Siddi, G., Fliegerova, K., &Moniello, G. (2018). Laying performance, blood profiles, nutrient digestibility, and inner organs traits of hens fed an insect meal from Hermetia illucens larvae. Research in Veterinary Science, 120(1),86-93

EGG STUDIES INSTITUTE. (2009) The Great Egg Book. 168 p. https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/13232/el-huevo-como-alimento-funcional-y-sus componentes.html

Espinoza, M. J. (2014). Sensory analysis. Institute of Pharmacy and Food, University of Havana. 155 p.

Gan, L.,Zhao, Y., Mahmood, T & Guo, Y. (2019). Effects of dietary vitamin supplementation level on the production performance and intestinal microbiota of aged laying hens. Poultry Science, 99(1), 3594–3605.

Hernández, J., Pérez, I., Gonzáles, A., Villegas, Y., Rodríguez, G. & Meza, V. (2013). Egg quality of four genetic lines of chickens in warm climate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp*, 6(1), 1107-1118.

Irungu, F.G., Mutungi, C.M., Faraj, A.K., Affognon, H., Kibet, N., Tanga, C., Ekesi, S., Nakimbugwe, D., & Fiaboe, K.K.M. (2018). Physico-chemical properties of extruded aquafeed pellets containing black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and adult cricket (*Acheta domesticus*) meals. *Journal of Insects as Food and Feed,* 4(1),19-30.

Khan, S., Naz, S., Sultan, A., Alhidary, I. A., Abdelrahman, M. M., Khan, R. U., Khan, N. A., & Ahmad, S. (2016). Worm meal: A potential source of alternative protein in poultry feed. *World's Poultry Science Journal, 72*(1), 93-102.

Kovitvadhi, A., Chundang, P., Luapan, J., Amarapitak, P., Sriyaphai, P., Buahom, R., Cham-Iam, T., Leelehapongsathon, K., Tirawattanawanich, C.& Thongprajukaew, K. (2019). Cricket powder as an alternative protein source for broilers based on in vitro digestibility. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(5), 185-191.

Lee, S.W., Tey, H.C., Wendy, W., & Zahari, M.W. (2017). The effect of house cricket (*Acheta domesticus*) meal on growth performance of red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). *International Journal of Aquatic Science*, 8(1), 78-82.

Lokman, I.H., Ibitoye, E.B., Hezmee, M.N.M., Goh, Y.M., Zuki, A.B.Z., & JIMOH,A.A. (2019). Effects of chitin and chitosan from cricket and shrimp on growth and carcass performance of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 51 (1): 2219-2225

Lima, M.B.,Sakomura, N.K., Silva, E.P., Leme, B.B., Malheiros, E.B., Peruzzi, N.J., & Fernandez, J.B.K. (2020). Arginine requirements for maintenance and egg production for broiler breeder hens. *Animal Feed Science and Technology*, 114466.

Machado, R., Cruz, R., & Thys, S. (2019). Cricket powder (Gryllus assimilis) as a new alternative protein source for gluten-free bread. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 56, 102180.

Mallamace, F., Corsaro, C., Mallamace, D., Vasi, S.,& Dugo, G. (2015). The role of water in protein's behavior : The two dynamical crossovers studied by NMR and FTIR techniques. *CSBJ*, 13(1), 33–37.

Mendoza, L. (2016). Protocolo para producción de *Gryllus assimilis* como fuente alternativa de proteína para alimentación animal, Tesis de grado, Ingeniería agronómica, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras.

Norhidayah, M.T. (2016). Cricket meal as an alternative to fishmeal in diets for African catfish (*Clarias gariepinus*). Ph.D. thesis, University of Malaya, Kuala Lumpur.

OCDE 423 (2001). Guideline for Testing of Chemicals, Acute Oral Toxicity-Acute Toxic Class Method. 1-14.

Rumpold, M.K., Schl, O.K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition Food Research*, 57(5),802-823.

Sharma, M.K., Dinh, T., & Adhikari, P.A. (2020). Production performance, egg quality, and small intestine histomorphology of the laying hens supplemented with phytogenic feed additive. *Journal of Applied Poultry Research,*29(2), 362-371.

Soares, A.R.R., dos Santos, B.T.A.R., Ferraz, V.P.,&Moreira, E.S. (2019). Nutritional composition of insects Gryllus assimilis and Zophobas morio: Potential foods harvested in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 22–26.

Permatahatia, D., Mutiab, R., & Astuti, D.A. (2019). Effect of cricket meal (*Gryllus bimaculatus*) on production and physical quality of Japanese quail egg. *Tropical Animal Science Journal,* 42:(1),53-58.

Posadas, H. E., Sánchez, R. E., Ávila, G. E., Guillermo, T. I., & Salmerón, S. F. (2005). Comportamiento de algunas características productivas, estrés y resistencia a Salmonella enteriditis en aves semipesados bajo dos sistemas de producción. *Veterinaria México,* 36(2),205-215.

Quitral, V., Donoso, M., & Acevedo, N. (2003). Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. *Salud Pública y Nutrición*, 10(2),1-10.

Sharma, M. K., Dinh, T., & Adhikari, P. A. (2019). Production performance, egg quality, and small intestine histomorphology of the laying hens supplemented with phytogenic feed additive. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(2), 362-371.

Soler, F. D. M. & Fonseca, C. J. A. (2011). Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental, 2* (1), 29-43.

Taufek, N.M., Simarani, K., Muin, H., Aspani, F., Raji, A.A., ALias, Z., & Razak, S.A. (2018). Inclusion of cricket (Gryllus bimaculatus) meal in African catfish (Clarias gariepinus) feed *Journal of Fisheries*, 6(2), 623-631.

Van Huis, A. (2020). Edible crickets, but which species? *Journal of Insects as Food and Feed,* 6(2):91-94.

Wen, J., Helmbrecht, A., Elliot, M.A., Thomoson, J., &Persia, M.E. (2012). Evaluation of the tryptophan requirement of small-framed first cycle laying hens. *Poultry Science*, 98, 1263–1271.

Zimbado, H. (2004). Chemical analysis of food, classic methods. Institute of Pharmacy and Food, University of Havana.

CAPÍTULO 26

USO DE MICROFILTRAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE LEITE

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 14/07/2021

Leandro Levate Macedo
Doutorando em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/7185555472059791

Wallaf Costa Vimercati
Doutorando em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/1970116102806048

Cintia da Silva Araújo
Doutoranda em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/9207143951815461

Pedro Henrique Alves Martins
Graduando em Engenharia de Alimentos
Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre-ES
http://lattes.cnpq.br/1756921355251468

Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula
Doutoranda em Produção Vegetal
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Campos do Goytacazes- RJ
http://lattes.cnpq.br/7409628468438232

Magno Fonseca Santos
Doutorando em Engenharia Química
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP
http://lattes.cnpq.br/0060759710977257

Hugo Calixto Fonseca
Doutor em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros-MG
http://lattes.cnpq.br/6535047743271079

Cíntia Tomaz Sant'Ana
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
http://lattes.cnpq.br/5267705234203118

Raquel Reis Lima
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
http://lattes.cnpq.br/7457104437678030

Hygor Lendell Silva de Souza
Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri
Diamantina-MG
http://lattes.cnpq.br/6046217455106032

Ramon Ramos de Paula
Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
Salinas-MG
http://lattes.cnpq.br/1757878031860317

RESUMO: O leite é um produto rico nutricionalmente, com valor de pH próximo a neutralidade, e alta atividade de água. Estas características favorecem a deterioração microbiana deste alimento, quando não aplicado alguma técnica de conservação. O tratamento térmico é a técnica mais usada para prolongar a vida útil do leite. No entanto, pode resultar em uma degradação de nutrientes e alteração de características sensoriais. Neste contexto, a microfiltração surge como uma interessante alternativa para o processamento não térmico de leite. Este método consiste na passagem do leite por uma membrana para a retenção de, principalmente, bactérias e esporos, com redução em torno de 99,99% e 99,95%, respectivamente. Com isso, a microfiltração pode garantir uma vida útil do leite em até 21 dias e contribuir com a preservação das características nutricionais e sensoriais do leite cru. No entanto, a microfiltração ainda é pouco utilizada industrialmente. No Brasil, a legislação ainda não permite a comercialização de leite não tratado termicamente. Portanto, a microfiltração pode ser usada como um método complementar ao tratamento térmico, contribuindo com o aumento da validade do produto.
PALAVRAS - CHAVE: Leite, Tratamento Não Térmico, Microfiltração, Conservação de alimentos.

USE OF MICROFILTRATION IN MILK PRESERVATION

ABSTRACT: Milk is a nutritionally rich product, with a pH value close to neutrality, and high water activity. These characteristics favor the microbial deterioration of this food, when no conservation technique is applied. Thermal treatment is the most used technique to prolong the shelf life of milk. However, it can result in nutrient degradation and altered sensory characteristics. In this context, microfiltration emerges as an interesting alternative for non-thermal milk processing. This method consists of passing the milk through a membrane to retain mainly bacteria and spores, with a reduction of around 99.99% and 99.95%, respectively. Microfiltration can guarantee a milk shelf life of up to 21 days and contribute to preserving the nutritional and sensory characteristics of raw milk. However, microfiltration is still little used industrially. In Brazil, the legislation still does not allow the sale of non-heat-treated milk. Therefore, microfiltration can be used as a complementary method to heat treatment, contributing to increasing the shelf life of the product.
KEYWORDS: Milk, Non-Thermal Treatment, Microfiltration, Food preservation.

1 I INTRODUÇÃO

O leite é um excelente meio para o crescimento bacteriano, devido à sua rica composição, associada ao pH próximo à neutralidade. O crescimento descontrolado de microrganismos indesejáveis afeta negativamente o rendimento, a vida útil e as características sensoriais dos produtos lácteos, o que pode levar a perdas econômicas significativas para a indústria de laticínios. Identificar fontes de contaminação e controlar o crescimento de microrganismos no leite cru e em produtos processados tem sido um desafio constante para a indústria de laticínios (ANTUNES, 2014).

A aplicação de padrões regulatórios para a qualidade do leite e a aplicação de

melhores práticas de saneamento e tecnologias de processamento ao longo de toda a cadeia produtiva do leite (ordenha, processamento e distribuição) aumentaram a segurança, qualidade e prazo de validade do produto.

O tratamento térmico é o processo mais utilizado para promover a conservação do leite. Entre estes tratamentos, os mais comuns são pasteurização ou ultra alta temperatura (UAT). O primeiro é capaz de preservar o leite, sob refrigeração, por 3 a 8 dias, enquanto que o leite UAT possui vida útil de 2 a 6 meses, visto que, além do tratamento térmico mais severo, o leite UAT conta também com as tecnologias da embalagem para contribuir com a conservação do leite. Entretanto, o tratamento térmico pode causar indesejáveis alterações sensoriais e nutricionais ao leite. Com isso, diversas tecnologias tem sido estudadas e aplicadas para reduzir a carga microbiana do leite, de modo prolongar sua vida útil. Entre estes diversos métodos, tem-se a microfiltração (ANTUNES, 2014).

2 | MICROFILTRAÇÃO

A filtração consiste de uma operação unitária não térmica de separação de materiais sólidos, tais como, partículas, fibras e microrganismos, presentes em um fluido. O fluido passa por uma barreira física (membrana) e a separação ocorre devido à diferença de pressão (por ação da gravidade, aplicação de pressão superior a atmosférica ou sob vácuo), retendo-se os compostos de tamanho superior ao do poro da barreira física. Na indústria de alimentos, a filtração pode ser empregada para clarificação de vinhos, cerveja, óleos, xaropes, sucos e produtos lácteos (FERREIRA *et al*., 2014; NOREÑA; TADINI, 2016).

A classificação dos processos de filtração é dada pela pressão hidráulica aplicada como força motriz para o transporte da massa (GARCÍA; BLANCO; RODRÍGUEZ, 2013). Com isso, a filtração por membrana pode ser classificada em microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa, mediante às pressões e tamanho ou massa molar dos compostos separados em cada tipo de filtração, conforme apresentado na Tabela 1 (GARCÍA; BLANCO; RODRÍGUEZ, 2013).

Tipo de filtração	Pressão (bar)	Tamanho ou massa molar
Microfiltração	0,5 - 2	0,025 - 10 μm
Ultrafiltração	2 - 6	1 - 300 kDa
Nanofiltração	5 - 15	350 - 1000 Da
Osmose reversa	10 - 60	< 350 Da

Tabela 1 - Classificações da filtração quanto a pressão e o tamanho ou massa molar do material retido

Fonte: Cruz *et al*. (2016); Noreña; Tadini (2016).

Devido às diferentes propriedades, os tipos de filtração são capazes de reter compostos diferentes, conforme apresentado na Figura 1.

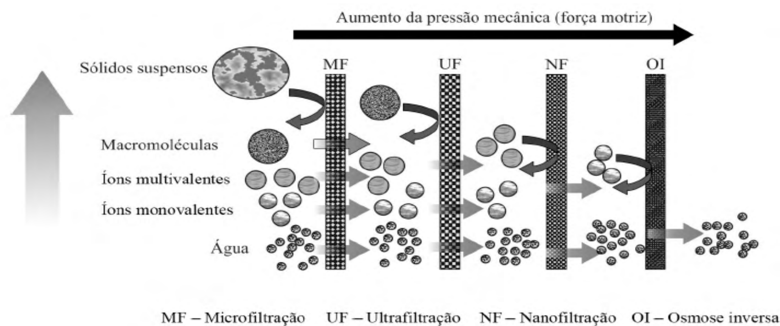


Figura 1 – Tipos de membranas e suas características.

Fonte: Noreña; Tadini (2016).

No leite, cada tipo de filtração é capaz de reter uma classe de compostos, conforme apresentado na Figura 2.

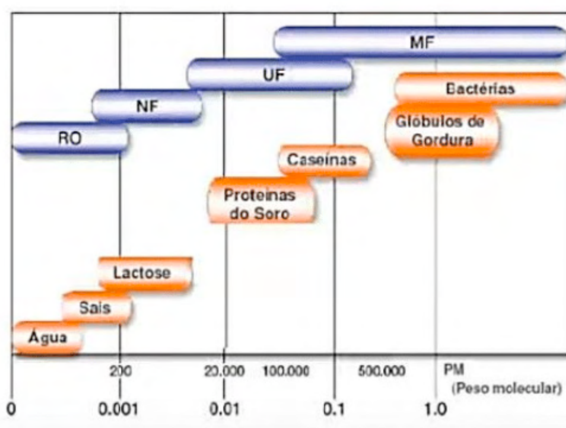


Figura 2 - Distribuição dos componentes do leite.

Fonte: Cruz *et al.* (2016).

Segundo Antunes (2014), a microfiltração reduz a concentração de microrganismos, esporos, células somáticas e gordura, além de fracionar proteínas.

A degradação microbiana é o principal mecanismo de limitação da vida útil do leite (ANTUNES, 2014). As bactérias possuem, geralmente, tamanho de 1 a 3 µm (BOOR; FROMM, 2006), podendo abranger um intervalo de 0,2 a 6 µm (SABOYA; MAUBOIS, 2000). Nestes tamanhos, a microfiltração é capaz de retê-las. As contagens de bactérias e de esporos no leite microfiltrado podem ser reduzidas em torno de 99,99% e 99,95%, respectivamente (BOOR; FROMM, 2006; KOSIKOWSKI; MISTRY, 1990). Com isso, o leite microfiltrado apresenta baixa contagem de microrganismos, o que resulta no aumento da

qualidade, segurança e vida útil dos produtos (ANTUNES, 2014).

Embora a pasteurização seja capaz de reduzir a contagem de bactérias, os esporos de cepas psicrotróficas de *Bacillus* spp. podem sobreviver à pasteurização. Entretanto, estes esporos podem ser retidos pela microfiltração, reduzindo a deterioração em produtos lácteos (BOOR; FROMM, 2006). A microfiltração não possui capacidade de substituição da pasteurização, devido a menor eficiência e menor praticidade. No entanto, pode ser combinada a este tratamento térmico, conferindo benefícios ao produto, ou ainda combinada com outros processos, como alta pressão ou campo elétrico pulsado (ANTUNES, 2014).

Os glóbulos de gordura (0,2 a 15 μm) também são retidos por microfiltração. Portanto, o processo de microfiltração é mais adequado para produtos lácteos desnatados do que para produtos com alto teor de gordura (BOOR; FROMM, 2006). Uma alternativa para produtos integrais é a adição da gordura após a microfiltração do leite, ou seja, inicialmente o leite é desnatado e microfiltrado; a gordura é tratada e depois reintegrada ao leite microfiltrado. No entanto, trata-se de uma prática onerosa.

As células somáticas podem liberar enzimas proteolíticas que realizam a proteólise no leite. Ao contrário da pasteurização, por exemplo, a microfiltração é capaz de reter as células somáticas (SABOYA; MAUBOIS, 2000).

De modo geral, a eficácia da retenção de compostos pela microfiltração depende do tipo de unidade de microfiltração empregada, seu design e sua configuração (ANTUNES, 2014; BOOR; FROMM, 2006).

Atualmente, no Brasil, a legislação ainda não foi alterada e não permite a venda de leite não tratado termicamente. Na França, é permitido a comercialização de leite cru microfiltrado. De acordo com Antunes (2014), o leite cru apresenta prazo de validade de 3 dias, armazenado a 4-6 °C. Nesta mesma faixa de temperatura, o leite cru microfiltrado apresenta prazo de validade de 3 semanas.

A microfiltração aplicada após a pasteurização prolonga significativamente a vida útil do produto. Em outros países europeus e no Canadá, o leite microfiltrado e pasteurizado apresenta prazo de validade de até 35 dias (ANTUNES, 2014).

A grande limitação do processo de microfiltração é o fouling, ou seja, o entupimento da membrana, causado pela formação de incrustação, devido ao acúmulo de resíduo. O material retido na membrana reduz gradativamente a eficiência do processo, até causar o entupimento completo. As proteínas e minerais, principalmente cálcio e fosfato, são os principais compostos que formam a incrustação na membrana durante a microfiltração de leite (ANTUNES, 2014).

Para a remoção da incrustação, diversos métodos tem sido usados e estudados, como detergentes alcalinos e ácidos, hidróxido de sódio, retrolavagem com alta pressão, e ultrassom. Contudo, a limpeza deve ser realizada cuidadosamente e de forma eficaz, para garantir o desempenho da membrana. Caso contrário, é necessário a substituição precoce da membrana, aumentando o custo do processo (ANTUNES, 2014).

REFERÊNCIAS

ANTUNES, V. de C. Uso de microfiltração para melhoria da qualidade e extensão da vida de prateleira de leite pasteurizado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 75–86, 2014.

BOOR, K.; FROMM, H. Managing microbial spoilage in the dairy industry. In: **Food spoilage microorganisms**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2006. p. 171–193.

CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. **Processamento de leite de consumo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

FERREIRA, G. A. M.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SOUZA, M. C. de; FILHO, T. L.; ROCHA, C. T.; JUNQUEIRA, M. da S. Aplicabilidade da microfiltração e ultrafiltração na indústria de alimentos. In: TEIXEIRA, L. J. Q.; OLIVEIRA, A. DO N.; SARTORI, M. A. (Ed.). **Tópicos Especiais em Engenharia de Alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2014.

GARCÍA, L. F.; BLANCO, S. Á.; RODRÍGUEZ, F. A. R. Microfiltration applied to dairy streams: removal of bacteria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 2, p. 187–196, 30 jan. 2013.

KOSIKOWSKI, F. V.; MISTRY, V. V. Microfiltration, Ultrafiltration, and Centrifugation Separation and Sterilization Processes for Improving Milk and Cheese Quality. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 6, p. 1411–1419, 1990.

NOREÑA, C. Z.; TADINI, C. C. Separações mecânicas. In: **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SABOYA, L. V.; MAUBOIS, J.-L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Le Lait**, v. 80, n. 6, p. 541–553, 2000.

CAPÍTULO 27

LACTOSE: DA ETIOLOGIA DA INTOLERÂNCIA À DETERMINAÇÃO EM ALIMENTOS "BAIXO TEOR" E "ZERO" LACTOSE

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 14/05/2021

Magda Leite Medeiros
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC
São Paulo, SP
http://lattes.cnpq.br/5281951158276138

Cristiane Bonaldi Cano
Instituto Adolfo Lutz
São Paulo, SP
http://lattes.cnpq.br/2304510852864592
https://orcid.org/0000-0001-9807-741

RESUMO A lactose, o principal carboidrato do leite, é formada pela união de uma molécula de glicose e de galactose. A maioria dos mamíferos perde a capacidade de digeri-la por meio da diminuição da atividade da lactase, enzima responsável pela hidrólise da mesma, que ocorre logo após o desmame, e recebe o nome de hipolactasia. Mais de 70% das pessoas apresenta hipolactasia, e, portanto, má digestão da lactose, mas somente os indivíduos que apresentarem sintomas relacionados aos metabolitos microbianos da lactose, são denominados de intolerantes à lactose. Os sintomas mais comuns são: dores abdominais, gases, ânsia de vômito e diarreia. O tratamento da intolerância está baseado na diminuição do consumo de lactose, mas a exclusão completa de leite e derivados não é recomendada, já que além de lactose, estes alimentos possuem cálcio, e a ingestão reduzida desse mineral está relacionada ao aparecimento de osteoporose. O aumento dos casos de intolerância alavancou o mercado de alimentos com teor de lactose alterado. Frente esse aumento, a ANVISA, em 2017, regulamentou dois termos que podem ser usados em tais produtos: "baixo teor", alimentos que contém entre 100 mg a 1 g de lactose em 100 g ou mL de alimento, e "isento" de lactose, que possuem até 100 mg, considerando a mesma porção. Sob a ótica da Saúde Pública, o monitoramento da lactose nos alimentos que apresentam tais alegações devem ser contínua na rotulagem de alimentos que vão colaborar com o consumidor mais segurança na sua escolha e qualidade de vida aos que sofrem com a intolerância à lactose.

PALAVRAS - CHAVE: hipolactasia, intolerância à lactose, legislação.

LACTOSE: FROM THE ETIOLOGY OF INTOLERANCE TO DETERMINATION IN FOODS "LOW" AND "ZERO" LACTOSE

ABSTRACT: Lactose, the main carbohydrate in milk, is formed by the union of a molecule of glucose and galactose. Most mammals lose the ability to digest it by decreasing the activity of lactase, the enzyme responsible for its hydrolysis, which occurs shortly after weaning, and is called hypolactasia. Approximately 70% of people have hypolactasia and, therefore, poor digestion of lactose, but only individuals who show symptoms related to the microbial metabolites of lactose are called lactose intolerant. The most common symptoms are: abdominal pain, gas, retching and

diarrhea. The treatment of intolerance is based on decreasing the consumption of lactose, but the complete exclusion of milk and dairy products is not recommended, since in addition to lactose, these foods have calcium, and the reduced intake of this mineral is related to the appearance of osteoporosis. The increase in cases of intolerance leveraged the food market with altered lactose content. In view of this increase, ANVISA, in 2017, regulated two terms that can be used in such products: “low content”, foods that contain between 100 mg to 1 g of lactose in 100 g or mL of food, and “exempt” from lactose, which have up to 100 mg, considering the same portion. From the perspective of Public Health, the monitoring of lactose in foods that present such claims must be continuous in the labeling of foods and medicines that will collaborate with the consumer more security in their choice and quality of life for those who suffer from lactose intolerance.
KEYWORDS: hypolactasia, lactose intolerance, legislation

1 I INTRODUÇÃO

O leite é um alimento de alto valor nutricional e grande interesse para a indústria de laticínios (PEREIRA et al., 2012; DUTRA ROSOLEN et al., 2015).

Dos sólidos do leite, a lactose, seu principal carboidrato, é classificada como um dissacarídeo formado através da ligação de uma galactose a uma glicose (MISSELWITZ et al., 2013; DENG et al., 2015).

A digestão da lactose se dá através da enzima lactase, que apresenta baixa atividade em cerca de 75% da população adulta. Essa baixa atividade, de origem fisiológica ou secundária a patologias, resulta em alta concentração de lactose na luz intestinal, que serve de substrato para a microbiota, resultando no conjunto de sintomas genericamente conhecidos como má absorção e intolerância à lactose, que muitas vezes são tratadas como sinônimos, mas a má absorção é um pré-requisito para a intolerância. Porém, há pessoas que apresentam má digestão e são assintomáticas (O´CONNOR, EATON, SAVAIANO, 2015 SINGH; HUSSAN, 2017).

Em fevereiro de 2017, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou duas Resoluções que versam sobre rotulagem de alimentos que contenham lactose em sua composição e estabelecendo, inclusive, limites para o uso de expressões sobre quantidade. Por exemplo: alimentos que possuem mais que 100 mg de lactose em uma porção de 100 g ou mL, devem declarar nos rótulos a presença desse nutriente logo abaixo da lista de ingredientes. Nos alimentos em que a alteração do teor de lactose tenha sido alcançada através de processo tecnológico adequado, os rótulos podem declarar se o alimento apresenta “baixo teor” ou “zero” lactose, e ainda devem informar a quantidade de lactose residual (BRASIL, 2016, BRASIL, 2017a; BRASIL 2017b).

Percebendo o aumento da oferta de produtos lácteos com teor de lactose alterado no Brasil, o trabalho objetiva verificar, por meio de revisão bibliográfica, a etiologia da má absorção e intolerância à lactose, os métodos de diagnóstico da intolerância e a evolução da legislação que versa sobre esse assunto.

2 | LEITE

Leite, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) é definido como (BRASIL, 2011);

> "*produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas*".

O consumo de leite remete à época em que o homem abandona o estilo nômade e domestica animais, desde cerca de 8000 a.C., mas somente no século XIX houve o desenvolvimento de técnicas de conservação do leite, em especial a pasteurização, aumentando sua vida-de-prateleira, comercialização e consumo (ALMEIDA-MURADIAN, DUARTE, SARUWTARI-SATO, 2015).

Conforme os dados publicados pela Global Dairy Platform (GDP, 2017) são produzidos cerca de 816 milhões de toneladas de leite anualmente no mundo, sendo que o Brasil ocupa a quarta posição. Os produtos mais exportados são: o leite longa vida (UHT) e os queijos. O leite possui proteínas e gordura que contribuem em média com as necessidades energéticas diárias. O leite e outros produtos lácteos fornecem, de forma mais acessível, proteínas, vitaminas A e D, cálcio e fosforo na dieta do brasileiro (BRASIL, 2017; SIQUEIRA, 2019). Além de fornecer lactose e gorduras. A Figura1 ilustra a composição média do leite de vaca.

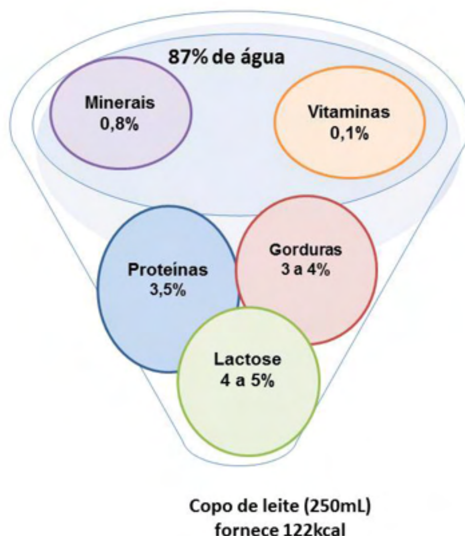


Figura 1: Composição média do leite de vaca (adaptado de WEIMER, 1998)

Fonte: do autor

Entre os componentes de minoritários, merece destaque o cálcio. O cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano, representa até 2% da massa corpórea, e se encontra especialmente nos ossos. A necessidade diária de cálcio em indivíduos adultos é de cerca de 1000 mg/dia. A deficiência de cálcio leva uma diminuição da massa óssea, aumentando a chance de desenvolvimento de osteoporose: um problema de saúde pública mundial. Para muitos a principal fonte de cálcio é o leite e seus derivados, sendo difícil alcançar a recomendação de ingestão sem dos mesmos (ANDERSON, 2010; GALLAGHER, 2010, HODGES et al., 2019).

As proteínas do leite possuem alto valor biológico, excelente digestibilidade e biodisponibilidade. Para seus peptídeos, já foram demonstradas ações: antiviral, antimicrobiana, antioxidante, anti-hipertensiva, anticancerígena e antitrombótica (MILLS et al., 2011; PEREIRA, 2014; DUTRA ROSOLEN et al., 2015). Dos carboidratos presentes no leite, a lactose representa a maior proporção, cerca de 2 a 8% do peso (PEREIRA et al., 2012; SINGH, HUSSAN, 2017).

2.1 Lactose

A lactose, um dissacarídeo formado através da ligação entre galactose e glicose, é relevante na produção de derivados lácteos, como os iogurtes, e não lácteos, nos quais entra como ingrediente e coadjuvante tecnológico, além de ser adicionada em produtos não-alimentícios, como excipiente de fármacos. Quando comparada à sacarose, a lactose é seis vezes menos doce e dez vezes menos solúvel (PEREIRA et al., 2012; SINGH, HUSSAN, 2017).

A quantidade de lactose nos leites de diferentes espécies pode variar desde ausente, na fêmea de leão-marinho, até cerca de 7,5%, no leite humano. A presença de lactose nos leites ajuda na absorção de cálcio (ALAIS, 1985; GALLAGHER, 2010; MISSELWITZ et al., 2013; DENG et al., 2015).

Quando ingerida, a lactose sofre hidrólise na superfície apical das microvilosidades do intestino delgado, especialmente na porção média do jejuno, através da ação da enzima lactase, uma β-galactosidase, resultando nos monossacarídeos que são absorvidos pelos enterócitos. A glicose será aproveitada no metabolismo energético e a galactose tem como principal destino a formação de glicoproteínas e glicolipídios, em especial os cerebrosídeos (ALAIS, 1985; LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008; BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012; DOMÍNGUEZ-JIMÉNEZ; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, 2017).

Se há queda da atividade da lactase, ou até mesmo ausência da enzima, a lactose da dieta alcança o intestino grosso e sofre metabolização pela microbiota local, formando ácidos graxos de cadeia curta, e os gases: hidrogênio, metano e carbônico. Tal condição é o padrão fisiológico normal em todos os mamíferos que sofreram desmame. Quando o acúmulo dessas substâncias causa cólicas, ânsia de vômito, flatulência e até diarreia, instala-se o quadro de intolerância à lactose. As mudanças na microbiota individual levam a

variações dos sintomas observados (GILLILAND, 1998; MATTHEWS et al., 2005; MATTAR; MAZO, 2010; BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012; DZIALANSKI et al., 2016; DOMÍNGUEZ-JIMÉNEZ; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, 2017; SINGH, HUSSAN, 2017).

2.2 Intolerância á Lactose

Com frequência, os termos intolerância e alergia são usados como sinônimos, mas definem situações distintas. A alergia resultante do consumo de leite está relacionada a proteínas e costuma ser a primeira alergia observada na infância, com prevalência de até 7,5%; e está associada ao aumento de imunoglobulinas. Os sintomas observados são: anafilaxia, urticária, edema e problemas respiratórios, mas vômito, diarreia e fezes com sangue podem ser observados também e induzem confusão com a intolerância à lactose (PEREIRA, 2014). A alergia às proteínas do leite é rara em adultos, diferente do que acontece com a intolerância à lactose (LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008).

Estima-se que mais de 70% da população adulta seja intolerante à lactose, essa, contudo, não é uma condição recente, Hipócrates já a descreveu em 400 a.C., porém seus sintomas só foram reconhecidos oficialmente há aproximadamente seis décadas (LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008; BEYER, 2010).

Intolerância à lactose, ou hipolactasia, ocorre quando há redução de mais de 50% da atividade da lactase e pode ser classificada como: congênita, primária ou secundária (LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008; BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012; PEREIRA et al., 2012; DENG et al., 2015).

A intolerância congênita é rara e se não diagnosticada rapidamente pode ser fatal, já que há ausência da lactase, ou baixa expressão. Nesses casos, o contato com leite materno já resulta em diarreia. Há somente algumas dezenas de casos reportados e a maioria ocorridos na Finlândia (LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008; OPINION, 2010; PEREIRA et al., 2012; LUKITO et al, 2015).

A intolerância primária é a forma mais comum de hipolactasia pois está relacionada à diminuição geneticamente programada da lactase. Ela ocorre quando indivíduos que não digerem bem a lactose apresentam os sintomas clássicos no período de 1 a 3 horas após a ingestão. A regulação negativa da lactase inicia-se logo após o desmame, crianças 2 a 5 anos já apresentam redução da atividade da lactase em até 90% dos valores encontrados na fase lactente (OPINION, 2010; BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012).

Outros fatores também contribuem para o quadro de intolerância: quantidade de leite e derivados consumidos, trânsito intestinal, idade, distribuição e capacidade fermentativa da microbiota intestinal e até fatores psicológicos (PEREIRA et al., 2012; MISSELWITZ et al., 2013; LUKITO et al, 2015).

As intolerâncias congênita e primária se diferenciam, do ponto de vista molecular, pois na primeira há ausência da lactase logo após o nascimento e na segunda há perda da expressão ao longo da vida (MATTAR; MAZO, 2010).

A intolerância secundária recebe esse nome pois é consequência de algum dano ao epitélio intestinal, persistente ou não. Gastroenterites, doença celíaca, inflamação intestinal crônica, giardíase, tratamento quimioterápico e ressecções intestinais são exemplos de condições que podem desencadear intolerância à lactose (OPINION, 2010), em alguns casos, como a giardíase e gastroenterites, a intolerância é revertida com o tratamento da patologia primária. Esse tipo de intolerância é mais significante em crianças malnutridas (BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012; et al., 2005).

Além dos sintomas clássicos já mencionados, ligados principalmente ao sistema gastrointestinal, a intolerância à lactose também está relacionada a sintomas sistêmicos como: dor de cabeça, perda de concentração e de memória de curto prazo, fadiga, mialgia, dores e/ou inchaço e rigidez em articulações, e em menor proporção: processos alérgicos (eczema, prurido, rinite, sinusite, asma), arritmia cardíaca, úlceras na boca e dor de garganta (MATTHEWS et al., 2005).

O tratamento para a intolerância à lactose está baseado na redução do seu consumo. Mas isso nem sempre é uma tarefa fácil, pois a lactose pode estar na formulação de alimentos não típicos como embutidos cárneos. Além disso, a eliminação total do leite e seus derivados não é recomendada, já que implicaria num menor aporte diário de cálcio podendo levar ao desenvolvimento de osteoporose (BEYER, 2010; MATTAR; MAZO, 2010; O´CONNOR, EATON, SAVAIANO, 2015).

O consumo de leite e derivados é responsável por cerca de 75% da ingestão de cálcio e a presença de lactose nesses alimentos é um fator positivo. Para ser reconhecido pela proteína transportadora, que está presente na membrana do enterócito, o cálcio deve estar na forma iônica e isso ocorre em meio levemente ácido, caso contrário o cálcio ficará na forma de hidróxido, impossibilitando a absorção. A lactose, até em indivíduos tolerantes, é metabolizada pela microbiota intestinal e altera o pH do meio (GALLAGHER, 2010; HODGES et al., 2019).

A digestão da lactose é influenciada pelo tipo de alimento que serve como veículo. Alimentos sólidos, gordurosos e quentes diminuem o trânsito intestinal, fazendo com que a digestão da lactose pelas enzimas restantes ocorra sem maiores problemas. Recomenda-se ainda a ingestão de alimentos contendo lactose em porções fracionadas ao longo do dia. Até 12 g de são bem suportadas e não levam ao aparecimento dos sintomas clássicos (MATTAR; MAZO, 2010; OPINION, 2010; BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012; MISSELWITZ et al., 2013).

Uma porção dos alimentos listados no Quadro 1 não causaria incomodo aos intolerantes, exceto o leite em pó desnatado, além de servirem como fonte de cálcio. Alimentos fermentados e maturados, como queijos, apresentam, por características tecnológicas, quantidades menores de lactose (MATTAR; MAZO, 2010).

Alternativamente, ao invés de limitar o consumo de alimentos com lactose, pode ser usada a lactase exógena que é obtida dos fungos *Aspergillus oryzae* ou *Kluyveromyces*

lactis (DENG et al., 2015). A viabilidade da administração via oral da enzima é questionada (GILLILAND, 1998), já que a ela deveria atravessar o estômago e ainda permanecer viável, mas sua aplicação em leites, durante o processamento não, logo a fabricação de alimentos sem lactose pode ser alcançada dessa maneira. Outra opção é o consumo de probióticos, apesar da falta de consenso no meio acadêmico e entre profissionais da saúde (DENG et al., 2015).

Alimento	Porção (mL ou g)	Quantidade de lactose (g)	Porcentagem de lactose na porção
Leite desnatado	200	9,6	4,8
Leite semi-desnatado	200	9,4	4,7
Leite integral	200	9,2	4,6
Leite em pó desnatado	26*	13,8	52,9
Leite condensado	20	2,5	12,3
Iogurte integral	200	9,4	4,7
Muçarela	30	Traços	-
Parmesão	30	0,3	0,9
Requeijão	30	1,3	4,4
Cream cheese	30	Traços	-

Quadro 1 – Quantidade de lactose presente em alguns alimentos, por porção (adaptado de LOMER; PARKES; SANDERSON, 2008)

*Quantidade necessária para ser reconstituída em 200 mL e equivalente a duas colheres de sopa.

Caucasianos oriundos do nordeste europeu, que dependiam muito mais da pecuária do que da agricultura para sobrevivência, e seus descendentes não apresentam qualquer sintoma, independentemente da quantidade de lactose que consumam, graças à manutenção da atividade da lactase na fase adulta (MISSELWITZ et al., 2013; DZIALANSKI et al., 2016).

No Brasil, a tentativa de estimar a população intolerante à lactose resultou em valores de 57% entre brancos e afrodescendentes e 100% dos descendentes de japoneses. O diagnóstico desses indivíduos foi realizado através de um teste genético (MATTAR; MAZO, 2010). Há diversos tipos de testes, mais ou menos invasivos, que objetivam diagnosticar a intolerância à lactose.

2.3 Diagnóstico da Intolerância à Lactose

Dada a alta prevalência da hipolactasia, indivíduos que apresentam ao menos um dos sintomas descritos poderia ser diagnosticado para intolerância à lactose, contudo não há um teste de referência para diagnosticar a hipolactasia (DOMÍNGUEZ-JIMÉNEZ; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, 2017).

Os testes estão baseados em determinar alguma alteração de parâmetro quando

pessoas intolerantes consumem uma quantidade definida de lactose (teste de tolerância à lactose e teste respiratório do hidrogênio), realização de biópsia do intestino e teste genético (PEREIRA et al., 2012). Os testes, seus princípios, suas vantagens e desvantagens são apresentados na Tabela 1.

Teste	Princípio	Vantagens/ desvantagens	Referência
Tolerância à lactose	Alteração da glicemia após a ingestão de uma solução de lactose em excesso.	Reações adversas intensas e prolongadas. Resultados mascarados em indivíduos com alteração de glicemia.	(PEREIRA et al., 2012)
Hidrogênio expirado	Quantificação da concentração de H_2 expirado após consumo de solução aquosa com 25 a 50 g de lactose por indivíduos em jejum noturno.	Teste mais usado. Microbiota não produtora de H_2. Reações adversas intensas e prolongadas. Interferentes: antibióticos, aspirina, alterações de trânsito intestinal e de sono, fumantes e atividade física.	(KERBER et al., 2007) (BROWN-ESTERS; MC NAMARA; SAVAIANO, 2012).
Biópsia do duodeno	Análise da atividade da lactase da mucosa duodenal.	Exclusão de outras condições que resultam em intolerância secundária. Invasivo. Expressão não homogenia de lactase.	(DENG et al., 2015).
Genético	Identificação de polimorfismo no gene da lactase. Hipolactasia é uma condição recessiva.	Teste recomendado somente para pacientes caucasianos. Ineficaz para africanos, árabes e asiáticos e seus descendentes.	(MISSELWITZ et al., 2013; DOMÍNGUEZ-JIMÉNEZ; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, 2017).
Teste de galaxiose	Administração oral de um análogo da lactose: 4-galactosilxilose. e dosagem, por espectrometria, na urina ou sangue da xilose absorvida.	Não invasivo. Fácil utilização. Sem efeitos adversos comumente observados. Não diferencia intolerância primária da secundária.	(DOMÍNGUEZ JIMÉNEZ et al., 2017).

Tabela 1 – Testes usados no diagnóstico da intolerância à lactose, seus princípios, vantagens/ desvantagens

Nem todos que apresentam os sintomas de intolerância ao consumir produtos com lactose têm acesso a algum tipo de exame para confirmar o diagnóstico. Somado a isso, a intolerância secundária, uma condição autolimitada em alguns, exige a eliminação da lactose da dieta pelo período da patologia primária. Assim, saber a quantidade de lactose presente nos produtos se faz necessária, e o rótulo dos alimentos é a principal ferramenta de informação para os consumidores.

2.4 Legislação da Rotulagem de Alimentos com Lactose

O impasse sobre a declaração do teor de lactose em alimentos começou a mudar em 2016, a Lei nº 13.305, nesse ano, altera o Decreto-Lei nº 986 de 1969, legislação ainda em vigor, acrescentando os seguintes parágrafos (BRASIL, 2016):

“Os rótulos dos alimentos cujo teor original de lactose tenha sido alterado deverão informar o teor de lactose remanescente, conforme as disposições do regulamento.”

“(a) os rótulos de alimentos que contenham lactose deverão indicar a presença da substância, conforme as disposições do regulamento; e (b) os rótulos de alimentos cujo teor original de lactose tenha sido alterado deverão informar o teor de lactose remanescente, conforme as disposições do regulamento. “

A Lei 13.305 de 2016, motivou a ANVISA, órgão responsável por regulamentar as informações apresentadas nos rótulos dos alimentos comercializados no Brasil, a dispor sobre a rotulagem de lactose nos alimentos, para que os portadores de intolerância de lactose, tivessem acesso à informação da composição auxiliando na escolha dos alimentos (ANVISA, 2016, BATISTA et al., 2018).

A evolução da legislação sobre rotulagem de alimentos sofre constante modificação e atualmente, a regulamentação que obriga a presença da lista de ingredientes nos rótulos dos alimentos RDC nº 259/2002 (BRASIL, 2002). Assim, os alimentos que possuem lactose como ingrediente devem declará-la no rótulo, contudo os que apresentam leite, ou um derivado que contenha lactose, como leite condensado, não declaram lactose, somente o ingrediente que a contêm.

Complementando as informações que devem ser apresentadas no rótulo, a RDC nº 360/2003 (BRASIL, 2003), determina como deve ser a diagramação e quais conteúdos são obrigatórios na tabela de informação nutricional. Essa deve apresentar a quantidade total de carboidratos do produto, sem a necessidade de diferenciação dos mesmos. Outras legislações foram sendo estabelecidas que tratam da rotulagem de lactose em alimentos:

A RDC nº 54/2012, que estabelece regras para o uso de Informação Nutricional Complementar em alimentos, traz restrições específicas sobre o uso de alegações de lactose em alimentos, exceto nos alimentos para fins especiais (ANVISA, 2012).

A declaração de presença de lactose nos rótulos de alimentos começou a mudar com a publicação RDC nº 45/2011 e RDC nº 21/2015. No caso das fórmulas infantis destinadas as necessidades dietoterápicas específicas devem conter lactose inferior ou igual a 10 mg/ 100 kcal (2,5 mg/ 100 kJ). Já a RDC nº 21/2015 permite, nas fórmulas nutrição enteral, o uso dos termos: “sem lactose”, “não contém lactose” ou “isento de lactose” quando a quantidade de lactose era inferior a 25 mg por porção de 100 kcal (BRASIL, 2015a). Mas o uso desses termos não se limitou aos produtos para nutrição enteral, e o mercado foi “invadido” por produtos com alteração do teor de lactose, fato que sinalizou a necessidade de regulamentação para os novos produtos.

Não seria efetivo regulamentar a declaração do teor de lactose em alimentos modificados, sem antes adotar critérios que permitam a existência de tais produtos, assim, em fevereiro de 2017, a ANVISA publicou duas resoluções: a RDC nº 135, que altera a Portaria SVS/MS nº 29/1998, direcionada a alimentos para fins especiais, e a RDC nº

136, que estabelece requisitos necessários para a declaração da presença de lactose em alimentos ou ingredientes usados na formulação de alimentos (BRASIL, 2017a; BRASIL, 2017b).

A RDC nº 135/2017 estabelece categorias de alimentos baseadas no conteúdo de lactose que os mesmos apresentam. A quantidade de lactose considerada como valor de corte é 100 mg por 100 g ou mL de alimento. Logo, alimentos que apresentem até 100 mg de lactose podem declarar no rótulo que são alimentos isentos de lactose, já os que apresentam mais que 100 mg, contudo sem ultrapassar 1 g de lactose, considerando a mesma porção de alimento, são os alimentos com baixo teor de lactose (BRASIL, 2017a).

A RDC 136/2017 estabelece que devem ser colocadas as informações no rótulo de alimentos, bebidas, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, que contenham lactose em quantidade maior do que 100mg por 100mg/mL do alimento tal como exposto à venda. Os rótulos de alimentos mencionados devem conter a expressão "Contém lactose" (BRASIL, 2017b).

Sendo assim conforme as referidas legislações, os alimentos podem apresentar três tipos de rotulagem relacionadas à lactose, conforme Figura 2



Figura 2: Expressões na rotulagem de acordo com a quantidade de lactose, conforme as RDC 135/2017 e136/2017

Fonte: ANVISA

As legislações estabelecidas pela ANVISA, nos últimos anos, facilitaram a identificação do teor de lactose com a utilização das expressões "teor reduzido" ou "isento" de lactose nos alimentos. Facilitando assim a escolha de produtos mais adequados para manter uma dieta equilibrada que promova a sua saúde e bem-estar dos consumidores.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intolerância à lactose, uma condição presente na maior parte da população adulta, resulta da diminuição da atividade da lactase. Assim, a lactose ingerida, presente não somente em leites e derivados, mas em diversos outros produtos alimentícios e até como excipiente de medicamentos, e não hidrolisada é metabolizada por bactérias presentes no intestino grosso, e resulta em gases e outras substâncias que podem desencadeiam dores abdominais, flatulência, ânsia de vômito e diarreia. O aumento da quantidade de indivíduos intolerantes resultou numa resposta de mercado com o aumento dos produtos com teor alterado de lactose. Cabe ressaltar que há recomendação do consumo de lactose, mesmo nos indivíduos intolerantes a mesmo, de preferência em pequenas quantidades ao longo do dia, devido a ação da lactose na absorção de outros compostos importantes para o organismo, como o cálcio. A ANVISA regulamentou a rotulagem de leite e produtos lácteos, definindo quantidades máximas para os produtos serem classificados como “isentos” e “baixo teor” de lactose e a declaração da expressão “contem lactose”, que cria condições aos consumidores com intolerância à lactose terem melhores escolhas dos produtos alimentícios que possam trazer uma melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ALAIS, C. **Ciencia da la leche.** 4. ed. Barcelona: Editorial Reverté, 1985. 873 p.

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; DUARTE, M.; SARUWTARI-SATO, J. H.. Leite e derivados. In: ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PENTEADO, M. V. **Vigilância Sanitária: tópicos sobre legislação e análise de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. Cap. 9. p. 123-138.

ANDERSON, J. J. B. Nutrição e saúde óssea. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 24. p. 614-635.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Propostas de resoluções - RDC para regulamentação da Lei nº 13.305, de 4 de julho de 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2955920/Apresenta%C3%A7%C3%A3o+utilizada+na+DICOL.pdf/96b15bf2-e85f-4a40-8f9c-d91e98a3b09c?version=1.0 . Acesso em: 06/12/2017.

BATISTA, R. A. B. et al. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 4119-4128, 2018.

BEYER, P. L. Tratamento médico nutricional para doenças do trato gastrointestinal inferior. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 27. p. 673-706.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011, Altera o caput, excluir o parágrafo único e inserir os §§ 1º ao 3º, todos do art. 1º, da Instrução Normativa MAPA nº 51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 30 de dezembro de 2011.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Constituição. Rotulagem de Lactose nos Alimentos nº 13.305, de 04 de julho de 2016. **Lei Nº 13.305. Brasília, DF. 4 jul. 2016**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Complexo leite. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas/leite.pdf/view> Acesso em 16/11/2017.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012 A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de13 de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 45, de 19 de setembro de 201q. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS ***D***ispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis para lactentes destinadas a necessidades dietoterápicas específicas e fórmulas infantis de seguimento para lactentes e crianças de primeira infância destinadas a necessidades dietoterápicas específicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 21 de setembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 135, de 8 de fevereiro de 2017. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS altera a Portaria SVS/MS nº 29/1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 29, de 9 de fevereiro de 2017a.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 136, de 8 de fevereiro de 2017. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS estabelece requisitos para a declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 29, de 9 de fevereiro de 2017b.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução RDC n°21, de 13 de maio de 2015. Dispõe sobre o regulamento técnico de fórmulas para nutrição enteral. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 mai 2015a.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA. Resolução RDC n°26, de 02 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 3 jul. 2015b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 29 SVS/MS, de 13 de janeiro de 1998. A Secretária de Vigilância Sanitária do MS aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 jan 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 set 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 26 dez 2003.

BROWN-ESTERS, O.; MC NAMARA, P.; SAVAIANO, D. Dietary and biological factors influencing lactose intolerance. **International Dairy Journal**, v. 22, n. 2, p. 98–103, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.010>.

DENG, Y.; MISSELWITZ, B.; DAI, N.; FOX, M. Lactose intolerance in adults: Biological mechanism and dietary management. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 8020–8035, 2015.

DOMÍNGUEZ JIMÉNEZ, J. L.; FERNÁNDEZ SUÁREZ, A.; MUÑOZ COLMENERO, A. Ú.; FATELA CANTILLO, D.; LÓPEZ PELAYO, I. Primary hypolactasia diagnosis: Comparison between the gaxilose test, shortened lactose tolerance test, and clinical parameters corresponding to the C/T-13910 polymorphism. **Clinical Nutrition**, v. 36, n. 2, p. 471–476, 2017.

DOMÍNGUEZ-JIMÉNEZ, J. L.; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, A. Diagnosis of lactose intolerance. Diagnóstico de la intolerancia a la lactosa. **Medicina Clínica (English Edition)**, v. 148, n. 6, p. 262–264, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcle.2016.11.039>.

DUTRA ROSOLEN, M.; GENNARI, A.; VOLPATO, G.; VOLKEN DE SOUZA, C. F. Lactose Hydrolysis in Milk and Dairy Whey Using Microbial β-Galactosidases. **Enzyme Research**, v. 2015, 2015.

DZIALANSKI, Z.; BARANY, M.; ENGFELDT, P.; MAGNUSON, A.; OLSSON, L. A.; NILSSON, T. K. Lactase persistence versus lactose intolerance: Is there an intermediate phenotype? **Clinical Biochemistry**, v. 49, n. 3, p. 248–252, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2015.11.001>.

GALLAGHER, M. L. Os nutrientes e seu metabolismo. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 3. p. 42-143.

GILLILAND, S. E. Fermented milks and probiotics. In: MARTH, E. H.; STEELE, J. L. **Applied dairy micobiology.** New York: Marcel Dekker Inc., 1998. Cap. 9. P.195-212.

HODGES, J. K., CAO, S., CLADIS, D. P., & WEAVER, C. M. Lactose intolerance and bone health: the challenge of ensuring adequate calcium intake. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 718, 2019.

KERBER, M.; OBERKANINS, C.; KRIEGSHÄUSER, G.; KOLLERITS, B.; DOSSENBACH-GLANINGER, A.; FUCHS, D.; LEDOCHOWSKI, M. Hydrogen breath testing versus LCT genotyping for the diagnosis of lactose intolerance : A matter of age ? v. 383, p. 91–96, 2007.

LOMER, M. C. E.; PARKES, G. C.; SANDERSON, J. D. Review article : lactose intolerance in clinical practice – myths and realities. October 2007, p. 93–103, 2008.

LUKITO, W. et al. From lactose intolerance to lactose nutrition. **Asia Pacific journal of clinical nutrition**, v. 24, n. Supplement, 2015.

MATTAR, R.; MAZO, D. C. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, p. 230–236, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-02642007000200002&script=sci_arttext>.

MATTHEWS, S. B.; WAUD, J. P.; ROBERTS, A. G.; CAMPBELL, A. K. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem. **Postgraduation Medicine Journal**, v. 81, n. June 2004, p. 167–174, 2005.

MILLS, S.; ROSS, R. P.; HILL, C.; FITZGERALD, G. F.; STANTON, C. Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 6, p. 377–401, 2011.

MISSELWITZ, B.; POHL, D.; FRÜHAUF, H.; FRIED, M.; VAVRICKA, S. R.; FOX, M. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. **United European Gastroenterology Journal**, v. 1, n. 3, p. 151–159, 2013. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2050640613484463>.

O´CONNOR, L. E.; EATON, T. K.; SAVAIANO, D. A. Improving milk intake in milk-averse lactose digesters and maldigesters. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, v.47, n.4, p.325-330, 2015.

OPINION, S. Scientific Opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia. **EFSA Journal**, v. 8, n. 9, p. 1–29, 2010.

PEREIRA, M. C. S.; BRUMANO, L. P.; KAMIYAMA, C. M.; PEREIRA, J. P. F.; RODARTE, M. P.; PINTO, M. A. de O. Lácteos Com Baixo Teor De Lactose : Uma Necessidade Para Portadores De Má Digestão Da Lactose E Um Nicho De Mercado. **Revista do Instituto Lactéo "Cândido Tostes"**, v. 389, p. 57–65, 2012.

PEREIRA, P. C. Milk nutritional composition and its role in human health. **Nutrition**, v. 30, n. 6, p. 619–627, 2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.011>.

SINGH, S. A. G.; HUSSAN, S. S. Lactose intolerance : diagnosis , genetic , and clinical factors. **International Journal of Scientific Research in Science and Technology**, v. 3, n. 4, p. 461–467, 2017.

SIQUEIRA, K. B. **O mercado consumidor de leite e derivados**. Circular Técnica Embrapa, v. 120, p. 1-17, 2019.

WEIMER, P. J. Microbiology of the dairy animal. In: MARTH, E. H.; STEELE, J. L. **Applied dairy micobiology.** New York: Marcel Dekker Inc., 1998. Cap. 1. p. 1-54.

CAPÍTULO 28

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DA LACTOSE PRESENTE NO SORO DE LEITE: ENZIMA LIVRE E IMOBILIZADA

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 01/05/2021

Aline Brum Argenta
Universidade Federal do Paraná (UFPR), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/6353632711579998

Alessandro Nogueira
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Engenharia de Alimentos, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/4765044162346741

Agnes de Paula Scheer
Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Engenharia Química e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/3972304670262331

RESUMO: A intolerância à lactose consiste na redução da capacidade do organismo em hidrolisar este carboidrato. Logo, a hidrólise da lactose presente no soro de leite tem sido uma alternativa, que além de possibilitar sua aplicação em produtos destinados à população que sofre de intolerância, contribui para diminuição do impacto ambiental causado por este subproduto. A reutilização da enzima oferecida pelo sistema de imobilização torna esta técnica vantajosa quando comparada à forma livre, que impossibilita a estabilidade da enzima para usos prolongados. Portanto, objetivou-se avaliar a hidrólise da lactose presente no soro de leite bovino, com enzima livre e imobilizada. Utilizou-se a enzima β-galactosidase (*Kluyveromyces lactis)* e a técnica de aprisionamento em esferas de alginato para imobilização. O procedimento consistiu no gotejamento de uma mistura de enzima e solução de alginato de sódio 4% (1:4) sobre uma solução de cloreto de cálcio 0,2 M, sob agitação. A atividade enzimática foi determinada por método espectrofotométrico utilizando como substrato o ortho-nitrophenyl-β-D-galactoside (ONPG) para reação com a enzima. A concentração de glicose das amostras após a hidrólise foi determinada por método espectrofotométrico utilizando kit enzimático glicose-oxidase. A imobilização da β-galactosidase nas esferas de alginato foi eficiente e apresentou bom rendimento, com valores de 79,8 e 85,2%, respectivamente. Verificou-se maior atividade enzimática em pH 7,0 e a 35 ºC, para ambas as formas da enzima. Foi observada maior estabilidade para a enzima imobilizada, enquanto que a enzima livre resultou em maior conversão da lactose. Estes resultados podem ser explicados pela proteção conferida à enzima pelas esferas de alginato, o que implica na redução da transferência de massa.

PALAVRAS - CHAVE: β-galactosidase; Esferas de alginato; Atividade enzimática; Soro de leite bovino.

ENZYMATIC HYDROLYSIS OF LACTOSE IN WHEY: FREE AND IMMOBILIZED ENZYME

ABSTRACT: Lactose intolerance consists of reducing the organism's ability to hydrolyze this carbohydrate. Therefore, the hydrolysis of lactose present in whey has been an alternative, which in addition to enabling its application in products intended for the population suffering from intolerance, contributes to reducing the environmental impact caused by this by-product. The reuse of the enzyme offered by the immobilization system makes this technique advantageous when compared to the free form, which prevents the stability of the enzyme for prolonged uses. Therefore, the objective was to evaluate the hydrolysis of lactose present in bovine whey, with free and immobilized enzyme. The enzyme β-galactosidase (*Kluyveromyces lactis*) and the imprisonment technique in alginate spheres were used for immobilization. The procedure consisted of dripping a mixture of enzyme and 4% sodium alginate solution (1:4) over a 0.2 M calcium chloride solution, under stirring. The enzymatic activity was determined by a spectrophotometric method using as substrate the ortho-nitrophenyl-β-D-galactoside (ONPG) for reaction with the enzyme. The glucose concentration of the samples after hydrolysis was determined by a spectrophotometric method using an enzyme glucose-oxidase kit. The immobilization of β-galactosidase in alginate spheres was efficient and showed good yield, with values of 79.8 and 85.2%, respectively. Higher enzymatic activity was found at pH 7.0 and at 35 ºC, for both forms of the enzyme. Greater stability was observed for the immobilized enzyme, while the free enzyme resulted in greater conversion of lactose. These results can be explained by the protection afforded to the enzyme by the alginate spheres, which implies in the reduction of mass transfer.

KEYWORDS: β-galactosidase; Alginate spheres; Enzymatic activity; Bovine whey.

1 | INTRODUÇÃO

As proteínas concentradas do soro possuem grande interesse industrial em função de propriedades bioativas e tecnológicas (BRANDELLI et al., 2015; et al., 2017). Em contrapartida, a lactose, que é o nutriente mais abundante do soro de leite, apresenta utilização em produtos lácteos bastante limitada. Deve-se esta limitação de uso, ao considerar a grande parcela da população mundial que apresenta intolerância a este dissacarídeo (KUMAR et al., 2015).

Assim, a hidrólise da lactose é uma alternativa capaz de ampliar suas possibilidades de aplicação, além de contribuir com a redução dos impactos ambientais causados pelo soro de leite (VASILEVA et al., 2016). Na forma hidrolisada, a lactose também oferece algumas vantagens tecnológicas e sensoriais, bem como proporciona melhor biodegradabilidade ao soro e torna viável sua utilização como substrato para produção de etanol e hidrogênio, por exemplo (PATEL et al., 2016; VERMA et al., 2012).

O processo de hidrólise da lactose pode ser conduzido com a enzima na forma livre ou imobilizada, mas no modo livre a enzima possui menor estabilidade para uso prolongado. A possibilidade de reutilização da enzima oferecida pelo sistema de imobilização torna esta técnica muito vantajosa, permitindo a redução do custo operacional, além de conferir maior

estabilidade à enzima (SZYMAŃSKA et al., 2007; VERMA et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o processo de hidrólise da lactose presente no soro de leite bovino reconstituído, com enzima livre e imobilizada em esferas de alginato.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

Soro de leite em pó, do tipo doce, da produção de queijo *Mozzarella* foi doado pela Alibra Ingredients, Ltda (Campinas, SP, Brasil). Na preparação da amostra, o soro em pó foi reconstituído por dissolução em água destilada a 30 °C, com teor de sólidos solúveis de 6% (m/v). Optou-se pelo uso do soro reconstituído por ser mais estável, ter maior vida útil e garantir a homogeneidade inicial dos experimentos, permitindo que apenas os efeitos das variáveis do processo influenciem nos resultados.

A enzima empregada na hidrólise da lactose foi uma β-galactosidase (β-gal), de origem da fermentação controlada do micro-organismo *Kluyveromyces lactis,* a qual foi doada pela empresa Granotec (Araucária, PR, Brasil). De acordo com a descrição do fabricante, a enzima apresenta forma líquida, coloração amarelo claro, atividade enzimática de 6500 U mL^{-1} e condições de atuação entre 2-42 °C e pH 5,0-7,5.

Os reagentes ortho-nitrophenyl (ONP) e ortho-nitrophenyl-β-D-galactoside (ONPG) foram adquiridos da Sigma-Aldrich e utilizados para a determinação da atividade da β-galactosidase. O kit enzimático utilizado para a determinação de glicose foi o Glicose Liquiform, com padrão incluído, da empresa Labtest (Lagoa Santa, MG, Brasil). Os demais reagentes utilizados durante as análises eram todos de pureza analítica.

2.2 Imobilização da enzima

A imobilização da enzima β-gal foi realizada em esferas de alginato de sódio, conforme metodologia descrita por Prashanth e Mulimani (2005) com modificações. A solução de alginato de sódio a 4% foi preparada em água destilada e agitada até se observar uma solução límpida e homogênea. A solução de alginato foi então misturada em uma proporção de 4:1 (v:v) com a solução de enzima. A mistura enzima-alginato resultante foi adicionada gota a gota com o auxílio de uma bomba peristáltica (BP 600, Milan Equipamentos Científicos, Brasil) sobre uma solução de $CaCl_2$ 0,2 M em tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 5,0), sob agitação constante, como ilustra a Figura 1.

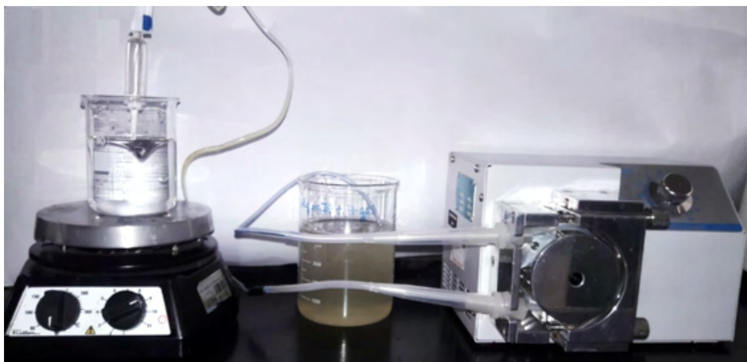


Figura 1 - Sistema utilizado para imobilização da enzima nas esferas de alginato.

As gotas formaram instantaneamente esferas de gel em contato com a solução de $CaCl_2$, que foi mantida sob agitação magnética constante. As esferas contendo as enzimas imobilizadas foram mantidas na solução de $CaCl_2$ durante 20 minutos e então lavadas com tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 5,0) para remoção das moléculas de enzima não retidas. Após, as esferas obtidas foram armazenadas em tampão acetato de sódio 0,1 M (pH = 4,5) a 4 °C, em frasco vedado até sua aplicação na hidrólise das amostras de soro.

A eficiência da imobilização (EI) e o rendimento da imobilização (RI) foram calculados de acordo com a Equação 1 e Equação 2, respectivamente:

$$\text{EI}\ (\%) = \frac{\alpha_i}{\alpha_l} \times 100 \qquad (1)$$

$$\text{RI}\ (\%) = \frac{\text{P}_i - (\text{P}_w + \text{P}_s)}{P_i} \times 100 \qquad (2)$$

Onde a_i é a atividade da enzima imobilizada, a_l é a atividade da enzima livre, P_i é o teor proteico total da preparação enzimática bruta, P_w e P_s são a concentração de proteína da solução de lavagem e sobrenadante após a imobilização, respectivamente.

2.3 Processo de hidrólise

Inicialmente foram conduzidos experimentos para determinação das melhores condições de processo, bem como para investigar de modo comparativo o desempenho da hidrólise da lactose com a enzima na forma livre e imobilizada. Estes ensaios foram conduzidos em Erlenmeyers acoplados a banho tipo Dubnoff (SL-157, Solab) com agitação de 150 rpm, utilizando como substrato a solução de ONPG 13 mM e enzima na concentração de 2 U mL^{-1}.

a) Efeito do pH na atividade enzimática

Para determinar o pH ótimo para a atividade da β-gal, livre e imobilizada, durante as reações enzimáticas, foi utilizado tampão fosfato de sódio 0,1 M, variando o pH entre

5,0 e 7,5. As condições de tempo e temperatura dos ensaios enzimáticos foram 10 min e 37 °C, respectivamente. A reação foi interrompida com a adição de 0,5 mL de carbonato de sódio 10 % (m/v). As atividades relativas aos diferentes valores de pH foram quantificadas e expressas em relação à atividade obtida no ensaio padrão (37 °C, pH 6,5 e tempo de 10 min).

b) Efeito da temperatura na atividade enzimática

Verificou-se o efeito da temperatura na atividade da β-gal livre e imobilizada a 25, 30, 35, 40 e 45 °C. O substrato ONPG foi pré-incubado, a pH 7,0, nas respectivas temperaturas durante 5 minutos e então a enzima foi adicionada. Após 10 min, a reação foi interrompida com a adição de 0,5 mL de carbonato de sódio 10 % (m/v). A atividade relativa (%) foi expressa como a razão entre a atividade de β-gal obtida na respectiva temperatura e a atividade enzimática obtida na condição de ensaio padrão (37 °C, pH 6,5 e tempo de 10 min).

A estabilidade térmica foi avaliada por ensaios com ambas as enzimas, livre e imobilizada, segundo metodologia de Verma et al. (2012). A avaliação da termoestabilidade das enzimas foi realizada na ausência de substrato, a 40 °C (livre) e a 40 e 60 °C (imobilizada), por período de 6 h.

c) Ensaio cinético com soro de leite

A cinética de reação enzimática da lactose foi analisada para a enzima livre e imobilizada ao longo de 120 minutos de reação, a 35 °C. A amostra de soro bovino reconstituído 6% (m/v) foi utilizada neste ensaio, contendo concentração de lactose inicial de 41,2 g L^{-1} e valor de pH ajustado para 7,0, com solução de NaOH (1N). A conversão da lactose foi monitorada pela análise da concentração de glicose pelo kit enzimático glicose-oxidase.

d) Ensaios de estabilidade à reutilização e ao armazenamento

O potencial de reutilização da enzima imobilizada foi avaliado pela realização da hidrólise da lactose presente na amostra de soro bovino reconstituído, em condições de ensaio 35 °C, pH 7,0 e tempo reação de 50 min, repetidas vezes. Depois de cada ciclo, as esferas contendo as enzimas imobilizadas foram removidas e lavadas com água deionizada e tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 5,0). A atividade da enzima imobilizada foi calculada após cada ciclo de hidrólise e comparada com a atividade enzimática inicial.

A estabilidade ao armazenamento da enzima β-galactosidase foi determinada pelo monitoramento da atividade da enzima imobilizada durante o seu armazenamento em tampão acetato de sódio 0,1 M (pH = 4,5), a 4 °C por período de 90 dias. A atividade foi comparada com a atividade enzimática inicial e com a estabilidade ao armazenamento da enzima na forma livre.

2.4 Procedimentos analíticos

A amostra de soro de leite reconstituído foi caracterizada: pH por leitura direta em pHmetro digital (Gehaka, modelo PG 1800); demanda química de oxigênio (DQO) usando método colorimétrico com refluxo fechado (APHA, 2005); teor de proteína estimado por Lowry et al. (1951); lactose, medida apenas antes da hidrólise, pelo método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico) de acordo com metodologia descrita por Miller (1959); concentração de glicose durante a hidrólise da lactose usando kit enzimático glicose-oxidase; lipídeos pelo método Roese-Gottlieb (AOAC, 2005); minerais (Ca, P, K e Na) pelo método para determinação de elementos químicos em alimentos baseado na AOAC (2005).

A atividade enzimática da β-galactosidase foi determinada por método espectrofotométrico, no comprimento de onda de 420 nm, utilizando como substrato sintético o ortho-nitrophenyl-β-D-galactoside (ONPG) para reação com a enzima. Este método foi aplicado conforme a descrição de Verma et al. (2012), onde a solução contendo a enzima (2 U) foi adicionada ao substrato ONPG (13 mM) preparado em tampão fosfato 0,1 M. As condições padrões de temperatura (37 °C), pH (6,5) e tempo (10 min) foram empregadas nesta etapa. Para interromper a reação de hidrólise foi adicionado 0,5 mL de carbonato de sódio 1 M. Para a determinação da atividade da β-galactosidase imobilizada foram adotados os mesmos procedimentos e condições experimentais utilizadas para a enzima livre. Neste caso, para interromper a reação, a enzima foi removida e a solução coletada foi analisada.

A curva de calibração foi elaborada com o reagente ortho-nitrophenyl (ONP), em diferentes concentrações. Assim, a atividade enzimática foi calculada com base na liberação de diferentes concentrações de ONP. Uma unidade de atividade da enzima β-galactosidase (U) é definida como a quantidade de enzima que hidrolisa o ONPG em 1 μmol de o-nitrofenol por minuto (U mL^{-1}), sob as condições empregadas.

2.5 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* Statistica (10.0, Statsoft Inc., Tulsa, EUA), as médias foram comparadas usando análise de variância (ANOVA) e suas diferenças foram analisadas usando o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da amostra de soro de leite

Os resultados da caracterização físico-química da amostra de soro são apresentados na Tabela 1.

Parâmetro	Soro bovino reconstituído
pH	6,50 ± 0,24
DQO (g L-1)*	76,40 ± 1,37
Proteína (g L-1)	7,02 ± 0,21
Lactose (g L-1)	41,20 ± 0,88
Lipídeos (g L-1)	2,35 ± 0,15
Ca (mg kg-1)	298,35 ± 7,95
P (mg kg-1)	320,98 ± 7,76
K (mg kg-1)	838,73 ± 10,25
Na (mg kg-1)	178,08 ± 1,60

Tabela 1 - Caracterização físico-química do soro bovino reconstituído.

*DQO: demanda química de oxigênio

Os valores para pH, proteína, lactose e sólidos totais estão de acordo com os observados para o soro doce usado por Marx e Kulozik (2018). A DQO também está de acordo a literatura, onde são apresentados valores acima de 60 g L^{-1} (SMITHERS, 2015). Os resultados obtidos destacam a importância da recuperação e utilização dos nutrientes do soro, principalmente devido ao seu rico conteúdo de proteínas, lactose e minerais. Além de evidenciar a relevância da aplicação de processos que visem à mitigação de seu impacto ambiental.

3.2 Imobilização da β-gal

As esferas de alginato contendo a enzima β-galactosidase foram obtidas com aproximadamente 3 mm de diâmetro e massa de 0,063 ± 0,005 g cada, Figura 2.



Figura 2 - Esferas de alginato contendo a enzima β-galactosidase imobilizada.

A eficiência da imobilização (EI) da enzima nas esferas de alginato, definida como a razão entre a atividade da enzima imobilizada e a atividade da enzima livre, foi de 79,8%. Este resultado evidencia que a estratégia de imobilização adotada no presente trabalho,

que foi de aprisionamento da enzima, se mostrou adequada, visto que a perda da atividade enzimática foi relativamente pequena. No estudo de Verma et al. (2012), a eficiência de 66% foi observada durante a imobilização por ligação covalente da β-gal de *Kluyveromyces lactis* em nanopartículas de sílica.

O rendimento da imobilização (RI), obtido na presente pesquisa, para a enzima β-galactosidase em esferas de alginato de sódio, foi de 85,2%. Este rendimento foi muito semelhante aos máximos valores reportados pela literatura, que foram 87% obtidos por Verma et al. (2012) durante imobilização da β-gal de *Kluyveromyces lactis* em nanopartículas de sílica e, 85% por Husain et al. (2011), na imobilização da β-gal de *Aspergillus oryzae* em nanopartículas de óxido de zinco.

3.3 Efeito do pH e temperatura na atividade enzimática

A Figura 3 (A) mostra o efeito do pH, analisado na faixa de 5,0 a 7,5, sobre a atividade da enzima na forma livre e imobilizada nas esferas de alginato.

A β-gal livre e imobilizada apresentou o mesmo pH ótimo (7,0), sendo que não houve diferença na atividade enzimática entre as enzimas para este valor. Para pH de 6,5 e 7,5, também não foi observada diferença estatística entre a atividade para a enzima livre e imobilizada. Observou-se ainda que quanto menor o pH, menor foi a atividade enzimática para ambas as formas da enzima. No entanto, mesmo nos valores de pH 5,0, 5,5 e 6,0, a enzima imobilizada demonstrou maior atividade em relação à enzima livre. Possivelmente, a imobilização conferiu maior estabilidade à enzima, pois a pH 5,0 a enzima imobilizada teve sua atividade reduzida para 61%, enquanto a enzima livre obteve atividade de apenas 35%.

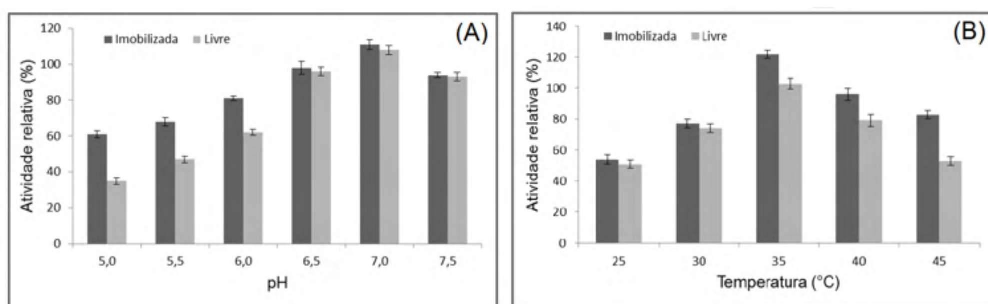


Figura 3 – (A) Efeito do pH na atividade enzimática, a 37 °C; (B) Efeito da temperatura na atividade enzimática, a pH 7,0 e utilizando ONPG como substrato.

O efeito da temperatura do processo de hidrólise sobre a atividade enzimática, está ilustrado na Figura 3 (B). Verificou-se a temperatura ótima de 35 °C para ambas as enzimas. Nesta temperatura, a atividade da enzima imobilizada (122%) foi bastante superior à atividade da condição padrão, que havia sido considerada como 100%, enquanto

a atividade da enzima livre foi de 103%. Também é possível observar que para os menores valores de temperatura, 25 e 30 °C, as atividades não diferem estatisticamente para as enzimas livre e imobilizada no mesmo valor de temperatura. No entanto, a partir de 35 °C a atividade da enzima imobilizada foi significativamente superior à enzima livre, se mantendo consideravelmente elevada. Na temperatura de 45 °C, por exemplo, a enzima imobilizada manteve 83% de atividade, enquanto a enzima livre apenas 46%. Deste modo, assim como ocorreu para o pH, a imobilização não interferiu no valor ótimo da temperatura de hidrólise, mas proporcionou melhora na estabilidade da enzima, resultado da proteção oferecida pelas esferas de alginato.

A termoestabilidade da β-galactosidase imobilizada em comparação com a enzima livre é ilustrada pela Figura 4. Na primeira hora de ensaio experimental a enzima apresentou atividade elevada, acima de 80%, para todas as condições testadas. Porém, após 2 h de reação de hidrólise, a enzima livre já apresentava apenas 50% de atividade a 40 °C, enquanto a enzima imobilizada manteve atividade em 95 e 85%, para os ensaios a 40 e 60 °C, respectivamente. Ao final das 6h de processo, a atividade da enzima imobilizada era de 84 e 69%, para os ensaios a 40 e 60 °C, respectivamente, enquanto a enzima livre retinha somente 20% de atividade.

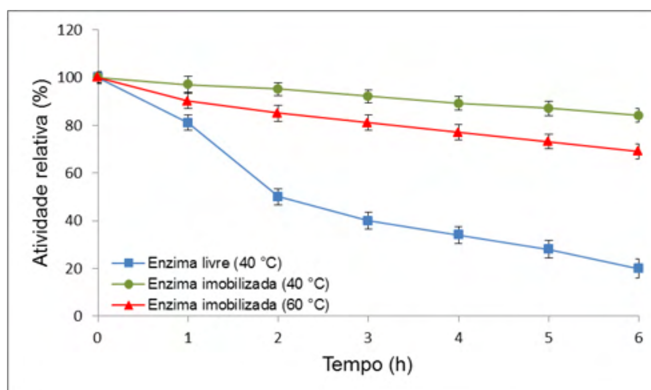


Figura 4 - Estabilidade térmica da enzima β-galactosidase livre e imobilizada.

De acordo com Taqieddin e Amiji (2004), o aumento da estabilidade observada devido à imobilização pode ser atribuído à redução na mobilidade da estrutura proteica da enzima, protegendo-a dos efeitos nocivos do ambiente. Assim, os resultados destes ensaios demonstram que a imobilização proporciona uma importante vantagem, visto que a inativação térmica pode ser um fator limitante para aplicação de enzimas em processos industriais.

3.4 Cinética do processo de hidrólise da lactose

Após definição das melhores condições experimentais com ONPG como substrato, a amostra de soro de leite reconstituído foi empregada no ensaio cinético do processo de hidrólise com a enzima livre e imobilizada, Figura 5.

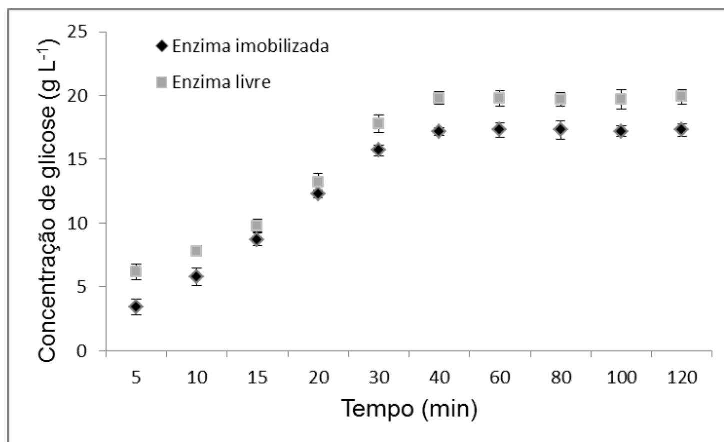


Figura 5 - Cinética da hidrólise da lactose presente no soro bovino reconstituído, a 35 °C, pH 7,0.

Verificou-se comportamento semelhante da conversão de lactose em glicose para ambas as formas de enzima, com estabilização da conversão em torno de 40 min de incubação. Porém, a enzima na forma livre apresentou melhor desempenho, resultando em maior concentração de glicose a partir da lactose hidrolisada. Aos 40 min de processo, a concentração de glicose observada ao utilizar a enzima imobilizada foi de 17,2 g L^{-1}, enquanto que para a enzima livre o valor verificado foi de 19,8 g L^{-1}. Esta concentração está muito próxima à conversão teórica máxima de lactose de 20,6 g L^{-1}, considerando que cada molécula de lactose produz uma molécula de glicose e uma de galactose, e que a concentração inicial de lactose da amostra era de 41,2 g L^{-1}.

Assim, o processo resultou em 96,1 e 83,5% de hidrólise da lactose, utilizando enzima livre e imobilizada, respectivamente. O fato da quantidade de lactose hidrolisada ter sido inferior na enzima imobilizada pode ser atribuído à redução na transferência de massa do processo, consequência do próprio método de imobilização por aprisionamento.

3.5 Estabilidade a reutilização e ao armazenamento

O ensaio de reutilização demonstrou elevada estabilidade operacional da enzima imobilizada, com manutenção de 86,5% da atividade enzimática ao final de 15 ciclos de hidrólise. Este é um resultado que evidencia a vantagem de emprego da enzima imobilizada frente à enzima na forma livre, a qual, por sua vez, não possui possibilidade de reutilização. No estudo de reutilização de Verma et al. (2012), a enzima β-gal imobilizada

em nanopartículas de sílica demonstrou ser estável até 11 ciclos, retendo aproximadamente 51% de sua atividade inicial.

No presente estudo, a estabilidade da enzima livre e imobilizada também foi avaliada com relação ao seu tempo de armazenamento em solução tampão (pH = 4,5), sob refrigeração, durante 90 dias, sendo o resultado mostrado pela Figura 6.

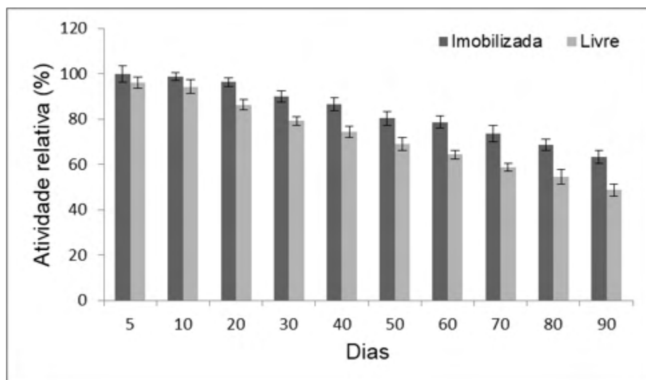


Figura 6 - Estabilidade da enzima β-gal ao armazenamento a 4 °C, pH 4,5, por 90 dias.

Observou-se, para ambas as formas de enzima aplicadas, redução da atividade enzimática ao longo do armazenamento. Porém, a enzima imobilizada apresentou melhor estabilidade ao armazenamento, com manutenção de 63,4 ± 2,8% da atividade ao fim do período avaliado, enquanto que a forma livre manteve 48,7 ± 2,7%. Conforme Şahin et al. (2005), imobilizações enzimáticas em hidrogéis, como alginato, gelatina e poliacrilamida, conferem alta estabilidade devido ao microambiente de proteção fornecido pela matriz de gel, minimizando possíveis efeitos do meio aquoso sobre o sítio ativo da enzima imobilizada. Por conta disto, a redução da atividade enzimática ao longo armazenamento é mais lenta em comparação à enzima livre em solução.

4 I CONCLUSÕES

A imobilização da enzima β-galactosidase (β-gal), de origem do micro-organismo *Kluyveromyces lactis*, foi realizada pelo método de aprisionamento em esferas de alginato. O processo de imobilização proporcionou eficiência de 79,8% e rendimento de 85,2%, valores que demonstram que o método de imobilização utilizado não afetou consideravelmente a atividade enzimática.

Os maiores valores de atividade enzimática foram alcançados a pH 7,0 e temperatura de 35 ºC, utilizando ONPG como substrato. Sendo observada melhora na estabilidade da enzima ao ser imobilizada nas esferas de alginato. No estudo cinético, com a amostra de soro bovino reconstituído como substrato, observou-se porcentagem de hidrólise superior

para a enzima livre (96,1%) em relação à enzima imobilizada (83,5%).

A enzima imobilizada apresentou elevada estabilidade operacional, o que possibilita sua reutilização por mais de 10 ciclos sem prejuízos consideráveis da atividade enzimática. Além disso, o processo de imobilização proporcionou aumento na vida útil da enzima, com manutenção de 63,4% de sua atividade após 90 dias de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro (Código de Financiamento 001), à Alibra Ingredients, Ltda (Campinas, SP, Brasil) pela doação do soro de leite em pó e à empresa Granotec (Araucária, PR, Brasil) pela doação da enzima.

REFERÊNCIAS

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. **Official Methods of Ananlysis of AOAC international**, 18th Edition, p. 20877-2417. Arlington, VA, USA.

APHA. (2005). **Standard methods for the examination of water and waste-water,** 12th Edition. American Journal of Public Health and the Nations Health, Washington DC.

BRANDELLI, A.; DAROIT, D. J.; CORRÊA, A. P. F. **Whey as a source of peptides with remarkable biological activities**. Food Research International, v. 73, p. 149-161, 2015.

HUSAIN, Q.; ANSARI, S. A.; ALAM, F.; AZAM, A. **Immobilization of Aspergillus oryzae β galactosidase on zinc oxide nanoparticles via simple adsorption mechanism**. International Journal of Biological Macromolecules, 49, p. 37-43, 2011.

KUMAR, B. V.; VIJAYENDRA, S. V. N.; REDDY, O. V. S. **Trends in dairy and nondairy probiotic products - a review**. Journal of Food Science & Technology, v. 52, p. 6112-6124, 2015.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. **Protein Measurement with the folin phenol reagent**. Analytical Biochemistry, v. 193, p. 265-275, 1951.

MARX, M.; KULOZIK, U. **Spore inactivation in differently composed whey concentrates**. International Dairy Journal, v. 76, p. 1-9, 2018.

MILLER, G. L. **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar**. Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

NISHANTHI, M.; VASILJEVIC, T.; CHANDRAPALA, J. **Properties of whey proteins obtained from different whey streams**. International Dairy Journal, v. 66, p. 76-83, 2017.

PATEL, A. K.; VAISNAV, N.; MATHUR, A.; GUPTA, R.; TULI, D. K. **Whey waste as potential feedstock for biohydrogen production**. Renewable Energy, v. 98, p. 221-225, 2016.

PRASHANTH, S. J.; MULIMANI, V. H. **Soymilk oligosaccharide hydrolysis by Aspergillus oryzae α-galactosidase immobilized in calcium alginate**. Process Biochemistry, v. 40, p. 1199-1205, 2005.

ŞAHIN, F.; DEMIREL, G.; TÜMTÜRK, H. **A novel matrix for the immobilization of acetylcholinesterase**. International Journal of Biological Macromolecules, v. 37, p. 148-153, 2005.

SMITHERS, G. W. **Whey-ing up the options - Yesterday, today and tomorrow**. International Dairy Journal, v. 48, p. 2-14, 2015.

SZYMANSKA, K.; BRYJAK, J.; MROWIEC-BIALON, J.; JARZEBSKI, A. B. **Application and properties of siliceous mesostructured cellular foams as enzymes carriers to obtain sufficient biocatalysts**. Microporous and Mesoporous Materials, v. 99, p. 167-175, 2007.

TAQIEDDIN, E.; AMIJI, M. **Enzyme immobilization in novel alginate-chitosan core-shell microcapsules**. Biomaterials, v. 25, n. 10, p. 1937-1945, 2004.

VASILEVA, N.; IVANOV, Y.; DAMYANOVA, S.; KOSTOVA, I.; GODJEVARGOVA, T. **Hydrolysis of whey lactose by immobilized b- alactosidase in a bioreactor with a spirally wound membrane**. International Journal of Biological Macromolecules, v. 82, p. 339-346, 2016.

VERMA, M. L.; BARROW, C. J.; KENNEDY, J. F.; PURI, M. **Immobilization of b-dgalactosidase from Kluyveromyces lactis on functionalized silicon dioxide nanoparticles: Characterization and lactose hydrolysis**. International Journal of Biological Macromolecules, v. 50, p. 432-437, 2012.

CAPÍTULO 29

FTI-MIR E MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS PARA RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE SOROS EM ADULTERAÇÕES DE LEITE

Data de aceite: 01/08/2021
Data de submissão: 13/05/2021

Simone Melo Vieira
Instituto Federal do Triângulo Mineiro
http://lattes.cnpq.br/9429363165253396

RESUMO: A espectroscopia no infravermelho médio (MIR) dotado de transformada de Fourier (FTI) juntamente com modelos quimiométricos multivariados foram utilizados para o reconhecimento de padrões de amostras de leite adulteradas com diferentes tipos de soro. Os modelos quimiométricos aplicados aos dados espectrais foram: análise de componentes principais (PCA) e análise hierárquica de agrupamentos (HCA). A aplicação dos modelos multivariados teve como objetivo avaliar a existência de variações nos perfis espectrais de amostras de leite UHT adulteradas com seis diferentes tipos de soro de origem láctea. A adulteração simulada em laboratório correspondeu à adição de 5% (p/p) (0,25 g) de soro em 5 g de leite. O modelo PCA foi obtido por meio de três componentes principais que foram capazes de explicar 98,88% da variância dos dados permitindo confirmar a existência de variações no perfil espectral dos soros utilizados. A modelagem da HCA resultou em um dendrograma que agrupou os diferentes tipos de soros lácteos em função da similaridade. O dendrograma apresentou os seis grupos distintos assim como a PCA. A pesquisa comprovou que o FTI-MIR e os modelos quimiométricos utilizados para reconhecimento das amostras corresponderam a ferramentas analíticas capazes não apenas de detectar a adulteração, mas também, de caracterizar os diferentes tipos de soro utilizados nas adulterações.

PALAVRAS - CHAVE: Análises multivariadas, adulterações, soro, leite.

MEDIUM INFRARED SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRIC METHODS FOR RECOGNIZING THE WHEYS PATTERN IN MILK ADULERATIONS

ABSTRACT: Spectroscopy in the medium infrared (MIR) with Fourier transform (FTI) together with multivariate chemometric models were used to recognize the patterns of different types of whey used in milk adulterations. The chemometric models applied to the spectra were: principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA). The use of the models aimed to evaluate the existence of variations in the spectral profiles of UHT milk adulterated with six different types of whey of milk origin. The simulated adulteration in the laboratory corresponded to the addition of 5% (w / w) (0.25 g) of serum in 5 g of milk. The PCA model was able to generate three main components explained 98.88% of the variation in the data and allowed to confirm the existence of variations in the spectral profile of the whey used. The modeling of the HCA resulted in a dendrogram that grouped the different types of wheys for similarity. The dendrogram presented the six distinct groups as well as a PCA. The research proved that FTI-MIR and the chemometric models

used for pattern recognition correspond to analytical tools capable of detecting adulterations and also of characterizing the different types of whey used in adulterations.
KEYWORDS: Multivariate analysis, adulteration, whey, Milk.

1 I INTRODUÇÃO

Segundo instrução normativa N° 80 publicada em 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína alimentar e produtos similares (BRASIL, 2020). Corresponde a um subproduto lácteo gerado com abundancia no processo de fabricação de queijos e, umas das formas de aproveitamento ilícita do soro, corresponde à adição em leite para promoção do aumento do volume, em substituição à fraude com água. Esse tipo de fraude denominada como econômica é monitorada pelos laboratórios localizados junto às plataformas de recepção nos laticínios por meio da análise de crioscopia. A crioscopia é uma análise rápida e simples, eficiente para detecção de adição de água, e não para detecção de fraudes econômicas com soro.

As fraudes econômicas realizadas em leite, normalmente, não comprometem a saúde de seres humanos saudáveis, mas comprometem o valor nutricional do leite, que é reduzido em função da adição de água ou soros de origem láctea. O Código de Defesa do Consumidor menciona que se o consumidor adquirir um alimento apresentando vícios de qualidade que os torne impróprio ao consumo ou que lhe diminua o valor nutricional tem o direito de solicitar a substituição do produto por outro da mesma espécie (isento de adulteração) ou a restituição imediata da quantia paga. Entretanto, nem sempre a constatação da fraude é percebida pelo consumidor, cabendo aos órgãos fiscalizadores, o monitoramento da qualidade do leite comercializado por meio de análises laboratoriais específicas e até mesmo complexas (BRANDÃO 2008; JOHNSON, 2014; MOORE *et al.,* 2012; RODRIGUES *et al.,* 2012).

A detecção de soro em leite requer procedimentos analíticos específicos e complexos (CORTEZ, 2010). A técnica oficial para constatação da presença de soro de queijo em leite tem como base a identificação e quantificação do glicomacropeptideo (GMP). A detecção do GMP é feita por meio de Cromatrografia Líquida de Alto Desempenho (CLAE ou HPLC, do inglês *High performance liquid chromatography),* (BRASIL, 2006[a]; BRASIL, 2006[b]).

Essa técnica apresenta alta sensibilidade e seletividade, porém, requer a utilização de reagentes de alto custo, analistas treinados e equipamento sofisticado. Outro aspecto relevante em relação à detecção do soro em leite fluido por meio da identificação do GMP corresponde à limitação da técnica quando a fraude é realizada com soros lácteos que não possuem esse fragmento peptídico. Soros provenientes de processos não enzimáticos, como por exemplo, os soros de manteigas (leitelhos), também podem ser utilizados em fraudes econômicas, e nesses casos, outras técnicas analíticas devem ser empregadas

(FURTADO, 2010; RIGUEIRA, 2006).

As fraudes em leites fluidos podem, portanto, ser realizadas com diferentes tipos e quantidades de soros lácteos, cujas características promovem alterações mais ou menos intensas no leite. As especificidades desses soros de origem láctea necessitam ser melhor estudadas e definidas para o desenvolvimento de técnicas eficientes para detecção.

Como alternativa para substituição de procedimentos analíticos complexos e de alto custo, a espectroscopia no infravermelho vem sendo aplicada a alimentos, inclusive ao leite, por propiciar a obtenção de resultados qualitativos e quantitativos relevantes para o controle de qualidade de alimentos. Segundo França e Oliveira (2011), a espectroscopia no infravermelho corresponde a uma análise rápida, precisa, não destrutiva e que não requer a utilização de reagentes para preparo das amostras, sendo capaz de proporcionar uma identificação dos diferentes tipos de substâncias presentes no alimento.

A técnica espectroscópica baseia-se na geração de picos de absorção correspondentes às frequências de vibrações das ligações intramoleculares presentes na amostra. Quando se incide a radiação infravermelha sobre uma molécula, a absorção da radiação promove vibrações de estiramento das ligações existentes entre os átomos que compõem a molécula, ocasionando faixas de absorção específicas. Cada substância apresenta picos de absorção relacionados com os grupos químicos funcionais presentes na sua composição. Por meio da análise da localização e características dos picos de absorção que compõem um espectro, pode-se identificar uma amostra, constatar a presença de adulterantes ou contaminantes e, constatar alterações promovidas pelo processamento (FRANÇA E OLIVEIRA, 2011).

Espectrofotômetros modernos dotados de transformada de Fourier e acessórios específicos de reflexão permitem a obtenção de espectros de diferentes tipos de amostras de forma direta. Nessas análises, pequena quantidade da amostra é introduzida diretamente em um dispositivo de reflectância atenuada composto por um cristal de seleneto de zinco que corresponde à célula mais utilizada nos equipamentos de infravermelho para amostras líquidas (HOLLER *et al.*, 2009; LYNCH *et al.*, 2006; PINTO, 2010; RODRIGUEZ-SAONA E ALLENDORF, 2011).

O resultado espectral gerado pela espectroscopia no infravermelho apresenta um grande conjunto de dados espectrais que não evidenciam prontamente as informações desejadas, sendo necessária a utilização de técnicas quimiométricas multivariadas que auxiliam a quantificação e a caracterização dos constituintes que estão envolvidos nas interações complexas dos componentes das amostras (PINTO, 2010). Métodos quimiométricos, como Análise de Componente Principal (PCA), Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA), entre outros, são utilizados para calibração, validação e comprovação de análises de alimentos (FRANÇA E OLIVEIRA, 2011; PATACA, 2006; RECHE E FRANCO, 2009; SOUZA *et al.*, 2011;). Os métodos PCA e HCA correspondem a modelos exploratórios capazes de caracterizar amostras sem que existam informações

prévias sobre elas (MORGADO, 2005).

Análise exploratória de dados são técnicas utilizadas para organizar e evidenciar as informações contidas numa matriz de dados multidimensional gerada a partir dos dados espectrais. Os métodos de análise exploratória são aqueles que não detêm prévias informações sobre as amostras ou variáveis, e por isso, são denominados métodos não supervisionados. O método de análise exploratória mais utilizado em análises de alimentos corresponde à PCA (PATACA, 2006).

A PCA é matematicamente definida como uma transformação linear ortogonal que transfere os dados para um novo sistema de coordenadas, de modo que a maior variância, por qualquer projeção dos dados, fica ao longo da primeira coordenada (PC1), a segunda maior variância fica ao longo da segunda coordenada (PC2) e assim por diante. O número de componentes principais a ser utilizado no modelo PCA é determinado pela percentagem da variância explicada (SOUZA E POPPI, 2012). Normalmente, é utilizado para visualizar a estrutura dos dados, encontrar similaridades, detectar amostras anômalas e reduzir a dimensionalidade dos dados. A análise de componentes principais permite também identificar a relação entre as características extraídas dos dados, principalmente quando essas características possuem muitas dimensões (INÁCIO, 2010; SOUZA E POPPI, 2012).

Outro método exploratório utilizado corresponde ao HCA. Constitui uma ferramenta para análise preliminar de dados, sendo útil para determinar semelhanças entre amostras. O método agrupa amostras semelhantes, com base na medida da distância entre as amostras. O resultado dessas medidas ocasiona agrupamentos por similaridade, que são visualizados por diagramas conhecidos como dendrogramas. Os resultados apresentados por um dendrograma permitem a visualização das variáveis ou amostras em um espaço com duas dimensões (bidimensional), diferentemente do PCA cujos resultados podem se configurar em mais dimensões (CORREIA E FERREIRA, 2007).

Na construção do modelo HCA, um processo hierárquico vai agrupando gradativamente as amostras em classes, com base na similaridade dos participantes de uma mesma classe e nas diferenças entre os membros de outras classes. Matematicamente, o modelo vai agrupando em pares os pontos que estão mais próximos (CORREIA E FERREIRA, 2007). Para proceder à análise de agrupamentos, várias medidas de distâncias (algoritmos) podem ser utilizadas, porém, a mais usual, é a euclidiana (MORGANO, 2005).

O aprimoramento da espectroscopia no infravermelho, assim como, dos métodos quimiométricos tem propiciado o desenvolvimento de novas metodologias analíticas, correspondendo também, a também novas ferramentas para estudo preciso da composição dos alimentos. Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a existência de diferenças na composição química de soros de queijos e de manteiga que podem ser utilizados em fraudes de leite por meio de modelos quimiométricos exploratórios. Os modelos quimiómetrico PCA e HCA gerados a partir dos dados espectrais das amostras de leite adulteradas com os diferentes tipos de soro comprovaram a existência de diferenças

significativas em suas composições.

2 I METODOLOGIA

Para verificar a existência de diferenças significativas entre soros de origem láctea, análises espectroscópicas foram realizadas em infravermelho médio da marca *Perkin Elmer* dotado de transformada de Fourier acessório de reflectância atenuada.

Amostras contendo um litro de cara tipo de soro de origem láctea foram coletadas e utilizadas em adulterações artificiais de leite UHT integral. Os diferentes soros utilizados na pesquisa foram: soro de queijo confeccionado artesanalmente com leite cru; soro de queijo elaborado com leite pasteurizado; soro de manteiga de primeira qualidade (leitelho), soro de queijo Minas Frescal, soro de queijo Ricota e soro de Muçarela. Leite integral UHT (único fabricante) foi adquirido em supermercado da cidade de Uberlândia para composição das amostras adulteradas artificialmente com os soros lácteos testados.

As amostras dos diferentes soros lácteos foram estocadas à temperatura inferior a 5,0°C por um período de 10 dias e analisadas em intervalos de tempo de 48 horas (cada amostra). As repetidas leituras espectroscópicas das amostras armazenadas visaram verificar se as características que distinguiram cada soro lácteo seriam alteradas em função da estocagem. As seis amostras de soros foram analisadas cinco vezes ao longo de 10 dias, totalizando 30 amostras. Em cada análise realizada, 5% (p/p) (0,25 g) de soro foram adicionados em 5 g de leite UHT. Análises espectroscópicas do leite puro e de cada soro, também foram realizadas com o objetivo de se conhecer o perfil espectral das duas substâncias que estavam sendo misturadas.

Obteve-se inicialmente, o espectro de fundo e posteriormente, os espectros das 30 amostras. Cada amostra foi colocada sem preparo prévio diretamente no compartimento de ATR. Foram realizadas três leituras por amostra com 16 varreduras para cada leitura. A faixa de absorção utilizada para varredura das amostras foi de 4000 a 600 cm^{-1} e a resolução do equipamento foi definida para 4 cm^{-1}. Posteriormente, os dados espectrais foram utilizados para confecção dos modelos exploratórios PCA e HCA.

Os modelos PCA e HCA foram obtidos por meio do MATLAB, versão 6.1 (*The MathWorks,* Natick, MA, USA) utilizando pacote de ferramentas contidas no *PLS-Toolbox*, versão 3.5 (*Eigenvector Technologies*, Manson, WA,USA). Para obtenção dos modelos acionou-se as ferramentas do *PLS-Toobox*, após ter sido gerado o *dataset.* Os espectros originais foram pré-tratados com a remoção de ruídos visíveis na região de absorção próxima a 600 cm^{-1}, correção da linha de base (*baseline*) e com os dados centrados na média.

3 I RESULTADOS MODELOS E DISCUSSÃO

3.1 Modelo PCA

Gráficos contendo espectros das amostras dos diferentes tipos de soro lácteos utilizados nas adulterações de leite UHT foram gerados. A visualização dos espectros, sobretudo, das regiões de absorvâncias mais relevantes, possibilitaram a realização de análise visual interpretativa das características químicas de cada amostra.

O modelo exploratório de Análise de Componente Principal (PCA) foi obtido para definição de uma regressão linear múltipla, cujo objetivo foi o de reduzir o espaço multidimensional para melhor visualização e compreensão do conjunto de dados. A redução do número de variáveis e obtenção das componentes principais baseou-se no cálculo da covariância. Outros gráficos que permitiram compreender e avaliar os modelos foram gerados durante a modelagem: gráfico dos *scores* das amostras *versus* PCs e gráfico da variância explicada *versus* PCs.

Os seis grupos correspondentes a cada diferente tipo de soro lácteo foram adequadamente identificados pelo modelo exploratório PCA conforme demonstra a Figura 1. Os grupos compostos pelas cinco amostras de cada tipo de soro lácteo, configurados no espaço tridimensional, corresponderam a: amostras leitelho (1-5), amostras de soro de queijo cru (6-10), amostras de soro de Ricota (11-15), amostras de soro de leite pasteurizado (16-20), amostras de soro de queijo Minas Frescal (21-25) e amostras de soro de Muçarela (26-30).

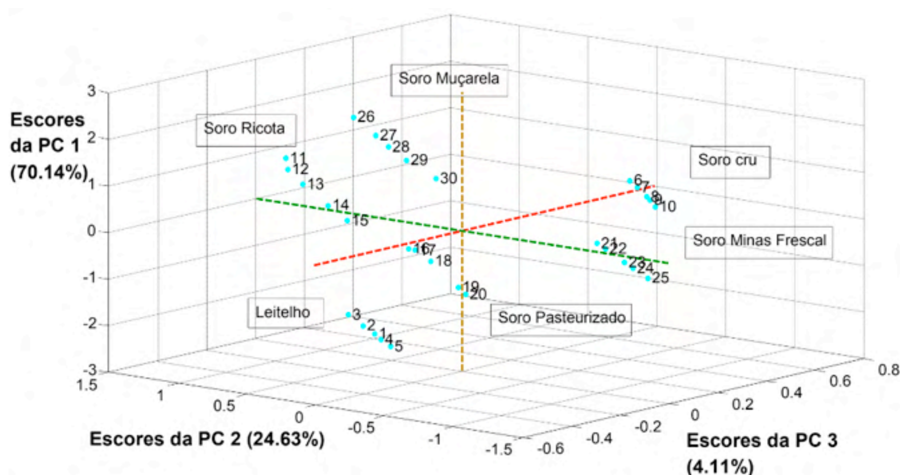


Figura 1: PCAs definidas pelo modelo e escores das amostras

O modelo PCA foi obtido por meio de três componentes principais que foram capazes de explicar 98,88% da variância dos dados. Na Figura 2, é apresentado o percentual de

variância capturada acumulada em todas as PCs do modelo.

A construção dos eixos ortogonais: PC1, PC2, PC3, PC*n*, é realizada a partir da combinação linear do conjunto de variações originais. Os novos eixos (PCs) representam as direções de maior variabilidade na ordem da maior para a menor variância de PC1 até PC*n*, ou seja, sucessivos PCs descrevem quantidades decrescentes de variâncias. As variâncias (espalhamento dos dados ao redor do seu valor médio para uma única variável) e covariâncias (distribuição dos dados multivariados e suas relações) são capazes de explicar os dados do modelo. As informações mais relevantes sempre estão contidas nas primeiras componentes principais, e por essa razão, poucos PCs são necessários para que todas ou a maior parte da variância dos dados relevantes seja explicada (FREITAS, 2006; MORGANO, 2005; NETO, 2008).

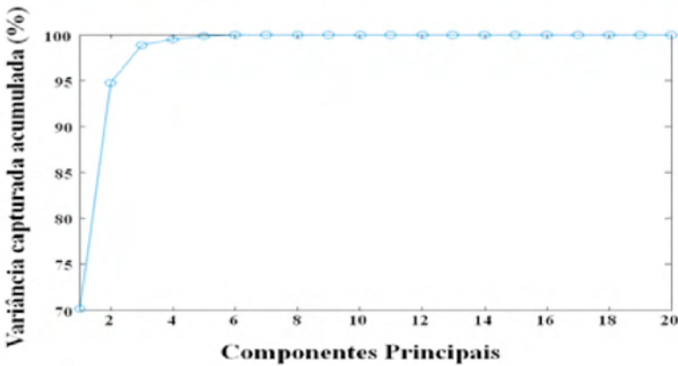


Figura 2: Variância acumulada em todos os PC (%)

A Figura 3 apresenta a variância percentual explicada pelas PCs: PC1, PC2 e PC3 correspondentes a 70,14%, 24,63% e 4,11% da variância total, respectivamente.

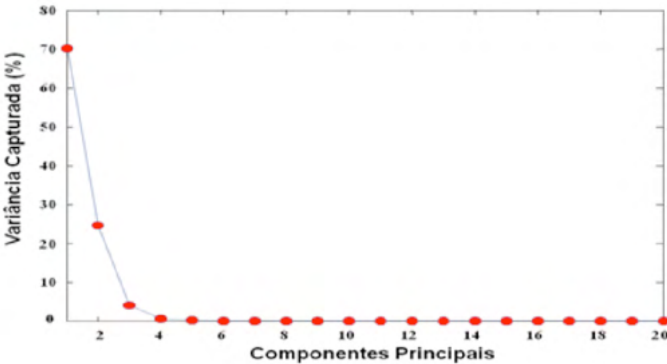


Figura 3: Variância explicada por todos os PC (%)

Alves *et* al. (2016), em trabalho que objetivou avaliar a potencialidade da PCA para a interpretação de resultados de um experimento realizado com extratos de pequi, constatou que a PCA foi eficiente para geração de componentes interpretáveis por meio da redução da dimensionalidade dos dados, assim como, na presente pesquisa para avaliação da diferenciação de soros que podem ser utilizados em fraudes de leite.

Em estudo para aplicação da análise multivariada na interpretação de teores de minerais encontrados em sucos de frutas, a PCA por meio de três componentes principais, assim como no modelo dos soros de origem láctea. A análise multivariada gerou o agrupamento dos diversos sucos de acordo com as diferenças nos teores de minerais encontrados. Nesse experimento, o resultado do modelo mostrou que a primeira componente principal (PC1) explicou 49,6% da variância total dos dados, enquanto, a segunda e a terceira componentes principais explicam 19,6% e 13,8%, respectivamente (MORGANO *et* al., 2020).

Após constatar diferença significativa entre os grupos de soros lácteos em um espaço tridimensional por meio da análise de componentes principais, aplicou-se modelo para análise de agrupamento hierárquico (HCA). O objetivo da modelagem com o HCA foi o de confirmar ou não a existência de diferenças significativas entre as amostras de soro.

3.2 Modelo HCA

O modelo de análise exploratória e classificatório HCA também foi obtido utilizando-se o *software* MATLAB e ferramentas do pacote *PLS-Toobox.* A medida utilizada para medir a distância entre duas amostras *a* e *b* (D_{ab}), correspondeu à Euclidiana. Definidas as distâncias entre todas as amostras foi obtida a escala de similaridade por meio do cálculo do vizinho mais próximo. A modelagem da HCA resultou em um dendrograma no qual os diferentes tipos de soros lácteos foram agrupados em função da similaridade. O dendrograma apresentou os seis grupos distintos, assim como o PCA, conforme pode ser constatado na Figura 4. Os resultados apresentados por meio do dendrograma permitem a visualização das amostras em um espaço com duas dimensões (bidimensional), diferentemente do PCA cujos resultados podem ser configurar em mais dimensões.

Pôde-se observar que os grupos de amostras do leitelho e do soro de queijo elaborado com leite cru se diferenciaram totalmente dos demais. Já os soros de queijo Minas Frescal e o soro de queijo elaborado com leite pasteurizado, apresentaram certa semelhança entre eles. Por meio da observação do dendrograma (Figura 4), comprovou-se que os espectros do soro de Muçarela e de Ricota apresentaram características muito semelhantes, formando um grupo diferenciado dos demais.

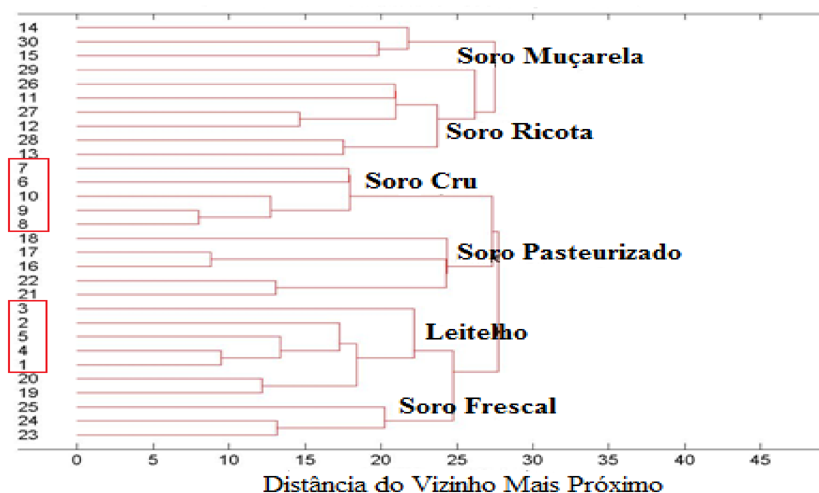


FIGURA 4: Dendrograma: amostras1-5 leitelho; 6-10 soro de queijo cru; 11-15 soro de Ricota; 16-20 soro pasteurizado; 21-25 soro Minas Frescal; 26-30 soro de Muçarela.

Pesquisadores visando a caracterização de água mineral de diferentes marcas e regiões, com base na composição inorgânica dessas amostras, utilizaram modelos de reconhecimento de padrões, especificamente, o HCA e o PCA. Por meio do HCA as distâncias calculadas entre amostras de uma mesma marca foram menores que os valores obtidos para amostras de marcas diferentes . Os agrupamentos no dendrograma demonstraram que todas as marcas foram adequadamente separadas, assim como as amostras de soro.

4 I CONCLUSÃO

Tanto o modelo PCA como o HCA comprovou serem modelos exploratórios capazes de serem utilizados como ferramentas para obtenção de informações sobre as características de amostras desconhecidas e a aplicação de ambos são amplamente utilizados em pesquisas para reconhecimento de padrões Os resultados desses dois modelos quimiométricos exploratórios demonstraram ser possível diferençar soros provenientes do processamentos de diferentes derivados lácteos que podem ser utilizados em fraudes de leite.

REFERÊNCIAS

ALVES A. I. ; RODRIGUES M. Z.; VANZELA E. S. L.; STRINGHETA P. C.; A. M. Ramos. **Análise de componentes principais aplicada à ciência de alimentos: estudo de caso com pequi** . XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência, Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos. 2016. P 1-5.

BRANDÃO S.C.C. **Fraude do leite**, In: BARBOSA S.B.P., BATISTA A.M.V.; MONARDES H. III Congresso Brasileiro de qualidade do leite. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008, v.1. p. 193-199.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 80 de 13 de agosto de 2020. Aprova o Regulamento Técnico que fixa os padrões de identidade e qualidade para o soro de leite e o soro de leite ácido. **Diário Oficial da União, Brasília, 17 ago. 2020. p. 2.**

BRASIL[a]. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2006.** p.1-74.

BRASIL[b]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 69, 13 dez. 2006. **Institui critério de avaliação da qualidade do leite in natura, concentrado e em pó, reconstituídos, com base no método analítico oficial físico-químico denominado "Índice CMP**". Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?> Acesso em: 03 set. 2014.

CORREIA P. R. M. ; MÁRCIA M. C. FERREIRA M. M. **Non-supervised pattern recognition methods: exploring chemometrical procedures for evaluating analytical data**. Quim. Nova, v. 30 (2), p. 481-487, 2007.

CORTEZ M. A. S., DIAS V.G.; MAIA R. G.; COSTA C.C.A. **Physicochemical characteristics and sensorial evaluation of pasteurized milk added with water, cheese whey, 0.9% sodium chlorite solution and 5.0% dextrose solution.** Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes, v.376 (65), p. 18-25, 2010.

FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L. S. Potential Uses of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). **Food Processing and Engineering**, cap. 4, p. 211-257, 2011.

FREITAS S. K. B. **Uma Metodologia para *Screening Analysis* de sucos cítricos utilizando um analisador automático em fluxo-batelada, espectrometria UV-VIS e técnicas quimiométricas.** João Pessoa: Centro de ciências Exatas e da natureza da UFPB. 2006. 55 p. (Dissertação, Mestrado em Química).

FURTADO M. A. M. **Fraudes em leite de consumo.** In. I Simpósio de Qualidade do Leite e Derivados, UFRRJ – Seropédica, RJ –Ago de 2010.

HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R. **Princípios de análise instrumental**. 6º edição. São Paulo: Bookman. 2009, 1056 p.

INÁCIO, M. R. C. **Ferramentas quimiométricas aplicadas à classificações de amostras de leite em pó e quantificação de proteínas**.Natal:Centro de Ciências Exatas e da Terra da UFRN, 2010. 119 p. (Dissertação, Mestrado em Química).

JOHNSON R**. Food Fraud and "Economically Motivated Adulteration" of Food and Food Ingredients.** In: Congressional Research Service. p.1-45. 2014.

LYNCH, J. M. *et al.* **Precalibration Evaluation Procedures for Mid-Infrared Milk Analyzers.** Journal of Dairy Science. v. 89 (7), 2006.

MOORE J. C, SPINK J., LIPP M. **Development and Application of a Database of Food Ingredient Fraud and Economically Motivated Adulteration from 1980 to 2010**. Journal of Food Science v. 77 (4), p. 118-126. 2012.

MORGANO M., QUEIROZ S. C. N., FERREIRA M. M. C., **Aplicação da Análise Multivariada da Interpretação de Teores de Minerais Encontrados em Sucos de Frutas**. 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química,Poços de Caldas, p. 23-26. 2000.

MORGANO, M. A. **Aplicação de métodos quimiométricos em análise de alimentos**. Campinas: Instituto de Química da UNICAMP. 2005. 127 p. (Dissertação de mestrado em Química).

NETO F. F. G. **Classificação de óleos vegetais utilizando voltametria de onda quadrada e métodos quimiométricos.** João Pessoa: Centro de ciências Exatas e da Terra da UFPB. 2008. 117 p.(Dissertação de Mestrado em Química).

PATACA L. C. M. **Análises de mel e própolis utilizando métodos Quimiométricos de Classificação e Calibração.** Campinas: Departamento de Química Analítica da UNICAMP, 2006. 102 p. (Tese, Doutorado em Química).

PINTO F. A. **Metodologia de espectroscopia no infravermelho para análises de soros provenientes da fabricação de queijos minas padrão e prato.** Belo Horizonte: Escola de veterinária da UFMG, 2010. 45 p. (Dissertação de Mestrado em Tecnologia e inspeção de produtos de origem animal).

RECHE, R. V.; FRANCO, D. W. **Distinção entre cachaças destiladas em alambiques e em colunas usando quimiometria.** Química Nova, v. 32 (2), p. 332-336. 2009.

RIGUEIRA, J. C. S. **Desenvolvimento de metodologia analítica para detecção de adulteração pela adição de leitelho em leite em pó e leite fluido**. Viçosa: Departamento de Tecnologia de alimentos da UFV, 2006. 58 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos).

RODRIGUES, N. P. A.; GIVISIEZ, P. E. N.; QUEIROGA, R. C. R. E.; AZEVEDO, P. S.; GEBREYES, W. A.; OLIVEIRA, C. J. B. **Milk adulteration: Detection of bovine milk in bulk goat milk produced by smallholders in northeastern Brazil by a duplex PCR assay**. Journal of Dairy Science. v. 95, p. 2749–2752. 2012.

RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; ALLENDORF, M. E. **Use of FTIR for Rapid Authentication and Detection of Adulteration of Food.** Annual Review of Food Science and Technology. v. 2, p. 467–83. 2011.

SOUZA, A. M.; POPPI, R. J. **Experimento didático de quimiometria para análise exploratória de óleos vegetais comestíveis por espectroscopia no infravermelho médio e análise de componentes principais: um tutorial, parte** I. Química Nova, v. 35 (1), p. 223-229. 2012.

SOUZA, S. S., *et al*. **Monitoring the authenticity of Brazilian UHT milk: A chemometric approach**. Food Chemistry, v.124 (2), p. 692-695. 2011.

SOBRE O ORGANIZADORA

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020), licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa Qualidade de Alimentos. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de controle de qualidade de alimentos, microbiologia dos alimentos, análise sensorial de alimentos e legislações sanitárias voltadas a serviços de alimentação e indústria de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

E

F

Atena
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

3

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Atena
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

3

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE